

Program Kejuruteraan Kimia *Programme of Chemical Engineering*

Pengenalan / Introduction

Program Kejuruteraan Kimia menawarkan dua pengkhususan Ijazah Sarjanamuda Kejuruteraan iaitu Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Biokimia sejak Jabatan ini ditubuhkan pada 1984 apabila Fakulti diwujudkan di Universiti Kebangsaan Malaysia.

Kejuruteraan Kimia secara langsung terlibat dalam pemprosesan bahan mentah kepada bahan berguna terutama sekiranya pemprosesan itu melibatkan perubahan keadaan, rencaman dan kandungan tenaga bahan yang diproses. Prinsip kimia, fizik dan matematik yang merupakan asas Kejuruteraan Kimia digunakan untuk memahami proses tindak balas kimia dalam reaktor dan proses pengangkutan dalam pemprosesan dan pemisahan. Prinsip ekonomi dan pengurusan pula melengkapkan lagi program Kejuruteraan Kimia.

Kejuruteraan Biokimia yang berasal daripada industri fermentasi menggunakan prinsip Kejuruteraan Kimia dalam pemprosesan bahan biologi dan biokimia. Bidang ini merangkumi pembiakan baka mikroorganisma, penggunaan enzim sebagai mangkin proses biologi dan biokimia, dan reka bentuk, pengoptimuman dan kawalan proses untuk proses biologi dan biokimia skala besar dan proses penghasilan barangan komersial seperti bahan makanan, bahan farmasi dan bahan biokimia industri umumnya.

Bermula dari sesi akademik 2015-2016, program Kejuruteraan Kimia telah distrukturkan semula di mana semua elemen Kejuruteraan Biokimia digabungkan ke dalam program ini. Hal ini dilaksanakan sejajar dengan keperluan akreditasi serta industri yang menghendaki graduan yang berpengetahuan luas mencakupi kedua-dua bidang. Ia juga sejajar dengan program Kejuruteraan Kimia yang rata-rata dilaksanakan di universiti-universiti terkemuka di dunia.

Selain itu, program pengajian juga telah distrukturkan supaya pelajar diberikan pendedahan luas serta mendalam dalam pengalaman reka bentuk, kerja industri serta penyelidikan. Pada akhir tahun ketiga, pelajar perlu menjalani latihan industri. Projek penyelidikan pula dilakukan pada semester VII dan VIII. Pada tahun akhir pelajar perlu menyempurnakan projek reka bentuk keseluruhan loji. Asas yang kuat serta pendedahan praktikal ini dipercayai akan menghasilkan jurutera yang berwibawa. Struktur kurikulum telah dirancang dengan teliti supaya pelajar memperolehi pengetahuan yang

secukupnya untuk melakukan Projek Reka Bentuk Loji Proses pada Semester VIII. Pelajar mengguna perisian computer seperti Aspentech ®, iCON ® dan Superpro ® untuk membantu mereka dalam Projek Reka Bentuk.

Objektif Pembelajaran Program (PEO)

PEO1

Jurutera yang mempunyai sahsiah dan etika kerja, serta profesionalisma yang tinggi dan menyumbang kepada Aspirasi Kebangsaan.

Engineer of good character and work ethics, as well as high professional standard and contributes to the National Aspirations.

PEO2

Jurutera yang kompeten dalam amalan kejuruteraan kimia seiring dengan keperluan semasa dan masa depan.

Engineer who is competent in chemical engineering practice that meets current and future needs.

PEO3

Jurutera yang kreatif dan inovasi, memiliki ciri keusahawanan dan kualiti kepimpinan yang berdaya saing dalam pasaran tempatan dan global.

Engineer who is creative and innovative, entrepreneurial and imbued with leadership qualities that could compete in both local and global market.

Hasil Pembelajaran Program (HPP) Statement Of Programme (PO)

HPP1 - Ilmu Kejuruteraan - Aplikasi ilmu dalam matematik, sains, asas kejuruteraan dan pengkhususan kejuruteraan dalam memberi penyelesaian masalah kejuruteraan kimia yang kompleks;

PO1 - *Engineering Knowledge- Apply knowledge of mathematics, natural science, engineering fundamentals and an engineering specialization respectively to the solution of complex chemical engineering problems;*

HPP2 - Analisis Masalah - Mengenal pasti, merumuskan, melakukan kajian literatur dan menganalisis masalah kejuruteraan kimia yang kompleks supaya dapat mencapai kesimpulan yang kukuh menggunakan prinsip pertama matematik, sains tabii dan kejuruteraan sains.

PO2 - Problem Analysis - Identify, formulate, conduct research literature and analyse complex chemical engineering problems reaching substantiated conclusions using first principles of mathematics, natural sciences and engineering sciences;

HPP3 - Reka bentuk/Pembangunan Penyelesaian - Rekabentuk penyelesaian untuk masalah kejuruteraan kimia yang kompleks dan sistem reka bentuk, komponen proses yang menepati keperluan spesifik dengan pertimbangan yang wajar bagi kesihatan dan keselamatan awam, budaya, kemasyarakatan dan alam sekitar;

PO3 - Design/Development of Solutions - Design solutions for complex chemical engineering problems and design systems, components or processes that meet specified needs with appropriate consideration for public health and safety, cultural, societal, and environmental considerations;

HPP4 - Penyiasatan - Menjalankan penyiasatan terhadap masalah kejuruteraan kimia yang kompleks menggunakan ilmu dan kaedah yang berasaskan penyelidikan termasuk reka bentuk uji kaji, analisis dan tafsiran data, sintesis maklumat untuk memberikan kesimpulan yang sah.

PO4 - Investigation – Conduct investigation of complex chemical engineering problems using research-based knowledge and research methods including design of experiments, analysis and interpretation of data, and synthesis of information to provide valid conclusions;

HPP5 - Penggunaan Alatan Moden - Mencipta, memilih dan mengaplikasikan teknik, sumber, dan alatan kejuruteraan dan teknologi maklumat yang moden, termasuk ramalan dan model, kepada masalah kejuruteraan kimia yang kompleks di samping memahami kekangan yang ada;

PO5 - Modern Tool Usage - Create, select and apply appropriate techniques, resources, and modern engineering and IT tools, including prediction and modelling, to complex chemical engineering problems, with an understanding of the limitations;

HPP6 - Jurutera dan Masyarakat - Mengaplikasikan pemikiran/hujahan mengikut konteks ilmu untuk menilai isu-isu kemasyarakatan, kesihatan, keselamatan, perundangan dan budaya serta tanggungjawab yang relevan kepada amalan kejuruteraan professional, dan penyelesaian kepada permasalahan kejuruteraan kimia yang kompleks;

***PO6** - The Engineer and Society - Apply reasoning informed by contextual knowledge to assess societal, health, safety, legal and cultural issues and the consequent responsibilities relevant to professional engineering practice, and solutions to complex chemical engineering problems;*

HPP7 - Alam Sekitar dan Kelestarian – Memahami dan menilai kemampuan serta impak kerja/amalan kejuruteraan professional dalam menyelesaikan masalah kejuruteraan kimia yang kompleks dalam konteks kemasyarakatan dan persekitaran.

***PO7** - Environment and Sustainability - Understand and evaluate the sustainability and impact of professional engineering work in the solutions of complex chemical engineering problems in societal and environmental contexts;*

HPP8 - Etika - Aplikasi prinsip etika dan komitmen terhadap etika professional serta tanggung jawab dan norma amalan kejuruteraan yang menyumbang kepada Aspirasi Kebangsaan;

***PO8** - Ethics - Apply ethical principles and commit to professional ethics and responsibilities and norms of engineering practice that contribute to National Aspirations;*

HPP9 - Komunikasi - Berkomunikasi secara efektif berkaitan aktiviti kejuruteraan yang kompleks dengan komuniti kejuruteraan dan masyarakat keseluruhan, seperti keupayaan untuk memahami dan menulis laporan yang efektif serta merekabentuk dokumen, melakukan pembentangan yang efektif, serta memberi dan menerima arahan yang jelas;

***PO9** - Communication - Communicate effectively on complex engineering activities with the engineering community and with society at large, such as being able to comprehend and write effective reports and design documentation, make effective presentations, and give and receive clear instructions;*

HPP10 - Individu dan Kerja Berpasukan - Berperanan secara efektif sebagai individu, dan juga ahli atau ketua dalam pelbagai kumpulan dan persekitaran multi-disiplin;

PO10 - Individual and Team Work - Function effectively as an individual, and as a member or leader in diverse teams and in multi-disciplinary settings;

HPP11 - Pembelajaran Sepanjang Hayat - Mengenal pasti keperluan dan perediaan serta keupayaan untuk melibatkan diri secara bebas dalam pembelajaran sepanjang hayat dalam konteks yang luas merangkumi perubahan teknologi.

PO11 - Life Long Learning - Recognise the need for, and have the preparation and ability to engage in independent and life-long learning in the broadest context of technological change.

HPP12 - Pengurusan Projek dan Kewangan - Mendemonstrasikan ilmu dan pemahaman prinsip pengurusan kejuruteraan dan membuat keputusan secara berekonomi serta aplikasi terhadap tugas yang diberi, sebagai ahli atau ketua kumpulan, untuk mengurus projek dan dalam persekitaran yang pelbagai disiplin.

PO12 - Project Management and Finance - Demonstrate knowledge and understanding of engineering management principles and economic decision making and apply these to one's own work, as a member and leader in a team, to manage projects in multidisciplinary environments;

Struktur Kursus Kejuruteraan Kimia
Course Structure Chemical Engineering

Semester	Kod Kursus/ <i>Course Code</i>	Kategori/ <i>Category</i>	Nama Kursus / <i>Course Titles</i>
I	KKKQ1123	WF	Matematik Kejuruteraan I (Kalkulus Vektor) <i>Engineering Mathematics I (Vector Calculus)</i>
	KKKR1113	C5	Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia <i>Elementary Skills of Chemical Engineering</i>
	KKKR1123	WJ	Prinsip Kejuruteraan Kimia <i>Chemical Engineering Principles</i>
	KKKR1133	WJ	Kimia Fizik untuk Jurutera <i>Physical Chemistry for Engineers</i>
	LMCE1002	C2	<i>Foundation English (MUET Band 1)</i>
	LMCE1012/ LMCE1022	C2	<i>Academic Communication I (MUET Band 2 & 3)</i> <i>Academic Communication II (MUET Band 4,5 & 6)</i>
	LMCK1621	C1	Etika dan Profesional <i>Ethical dan Profesional</i>
	Mana-mana Kursus Citra Luar	C6	Citra Kekeluargaan, Kesihatan dan Gaya Hidup (Kursus Luar Fakulti)
II	KKKQ1223	WF	Matematik Kejuruteraan II (Aljabar Linear) <i>Engineering Mathematics II (Linear Algebra)</i>
	KKKR1213	WJ	Kimia Organik untuk Jurutera <i>Organic Chemistry for Engineers</i>
	KKKR1233	WJ	Sains dan Kejuruteraan Bahan <i>Material Science and Engineering</i>
	KKKR1243	WJ	Termodinamik Kejuruteraan Kimia I <i>Chemical Engineering Thermodynamics I</i>
	LMCE1012	C2	<i>Academic Communication I (MUET Band 2 & 3)</i> <i>Nota : Kursus ini hanya ditawarkan untuk Pelajar yang telah lulus kursus LMCE1002- Foundation English (MUET Band 1)</i>
	LMCW1022	CW	Asas Keusahawanan dan Inovasi <i>Entrepreneurship and Innovation Base</i>

III	KKKQ2123	WF	Matematik Kejuruteraan III (Persamaan Kebezaan) <i>Engineering Mathematics III (Differential Equation)</i>
	KKKR2311	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia I <i>Chemical Engineering Laboratory I</i>
	KKKR2323	WJ	Biologi Sel untuk Jurutera <i>Cell Biology for Engineers</i>
	KKKR2363	WJ	Mekanik Bendalir <i>Fluid Mechanics</i>
	KKKR2383	WJ	Termodinamik Kejuruteraan Kimia II <i>Chemical Engineering Thermodynamics II</i>
	LMCW2173/ LMCMXXX3	CW	Hubungan Etnik-Warganegara <i>Ethnic Relation</i> Bahasa Melayu Komunikasi 2 - Bukan Warganegara
IV	KKKQ2023	C3	Statistik Kejuruteraan <i>Engineering Statistics</i>
	KKKR2411	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia II <i>Chemical Engineering Laboratory II</i>
	KKKR2422	WJ	Pengenalan Kepada Pengaturcaraan Komputer <i>Introduction to Computer Programming</i>
	KKKR2463	WJ	Pemindahan Haba dan Jisim <i>Heat and Mass Transfer</i>
	KKKR2473	WJ	Kejuruteraan Tindak balas Kimia I <i>Chemical Reaction Engineering I</i>
	LMCW2022	CW	Pengurusan dan Analitik Data <i>Data Management and Analytic</i>
	LMCW2163/ LMCWXXX3	CW	Tamadun Islam dan Tamadun Asia- Warganegara <i>Islamic and Asian Civilisation</i> Pengajian Malaysia 3-Bukan Warganegara

V	KKKF3283	C1	Etika Kejuruteraan dan Perkembangan Teknologi <i>Engineering Ethics and Technological Advancement.</i>
	KKKR3522	WJ	Pengkomputeran Kejuruteraan Kimia <i>Chemical Engineering Computation</i>
	KKKR3523	WJ	Kejuruteraan Tindak Balas Kimia II <i>Chemical Reaction Engineering II</i>
	KKKR3531	WJ	Makmal Kejuruteraan Kimia III <i>Chemical Engineering Laboratory III</i>
	KKKR3543	WJ	Proses Pemisahan I <i>Separation Processes I</i>
	KKKR3583	WJ	Biokimia dan Kejuruteraan Biomolecular <i>Biochemistry And Biomolecular Engineering</i>
	LMCE2052	C2	<i>English for Engineering and Architecture</i>
VI	KKKF3103	WF	Pengurusan Projek <i>Project Management</i>
	KKKR3632	WJ	Makmal Bersepadu <i>Integrated Laboratory (iLab©)</i>
	KKKR3713	WJ	Dinamik dan Kawalan Proses <i>Process Dynamics and Control</i>
	KKKR3723	WJ	Reka Bentuk Utiliti dan Bekas Tekanan <i>Utility and Pressure Vessel Design</i>
	KKKR3733	WJ	Proses Pemisahan II <i>Separation Processes II</i>
	KKKR3743	WJ	Reka Bentuk Loji Terbantu Komputer <i>Computer Aided Plant Design</i>
Intersesi	KKKF3066	WF	Latihan Industri <i>Industrial Training</i>
VII	KKKR4742	WJ	Projek Ilmiah I <i>Research Project I</i>
	KKKR4743	WJ	Keselamatan Industri <i>Industrial Safety</i>
	KKKR4752	C4	Analisis Ekonomi Proses <i>Analysis of Process Economic</i>
	KKKR4873	WJ	Kawalan Pencemaran dan Pengeluaran Bersih <i>Pollution Control and Cleaner Production</i>
	KKKR4774	WJ	Projek Reka Bentuk Loji Proses I <i>Process Plant Design Project I</i>
	KKKR4793	WJ	Reka Bentuk Loji Proses <i>Process Plant Design</i>

VIII	KKKR4842	WJ	Projek Reka Bentuk Loji Proses II <i>Process Plant Design Project II</i>
	KKKR4853	WJ	Pemodelan Proses dan Simulasi Berangka <i>Process Modeling and Numerical Simulation</i>
	KKKR4874	WJ	Projek Ilmiah II <i>Research Project II</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif I <i>Elective I</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif II <i>Elective II</i>
	KKKR5XX2	P	Elektif III <i>Elective III</i>
	LMCE3041	C2	Effective Job Search & Application
Kod Kursus <i>Course Code</i>			Kursus Elektif <i>Elective Course</i> (Setiap pelajar perlu memilih tiga kursus elektif di dalam satu modul pilihan kecuali kursus elektif berkenaan topik kursus) <i>(Each student should select three elective courses within a chosen module except the elective) course on special topics)</i>
			Modul Elektif Bioproses <i>Bioprocess Elective Module</i>
KKKR5812			Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan <i>Advanced Cell and Microbial Biotechnology</i>
KKKR5822			Teknologi Biofarmaseutikal <i>Biopharmaceutical Technology</i>
KKKR5832			Pembuatan Biokimia <i>Biochemical Manufacturing</i>
KKKR5842			Kejuruteraan Bioreaktor <i>Bioreactor Engineering</i>

Modul Elektif Kejuruteraan Proses <i>Process Engineering Elective Module</i>	
KKKR5852	Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia <i>Artificial Intelligence in Chemical Engineering</i>
KKKR5862	Kejuruteraan Sistem Proses <i>Process System Engineering</i>
KKKR5872	Kawalan Proses Lanjutan <i>Advanced Control Process</i>
KKKR5882	Kelestarian Proses <i>Process Sustainability</i>
Modul Elektif Proses Industri <i>Process Industry Elective Module</i>	
KKKR5892	Sains dan Kejuruteraan Membran <i>Membrane Science and Engineering</i>
KKKR5912	Proses dan Pengendalian Zarah <i>Particle Handling and Processing</i>
KKKR5922	Proses Petrokimia <i>Petrochemical Processes</i>
KKKR5932	Kejuruteraan Makanan <i>Food Engineering</i>
KKKR5942	Kejuruteraan Plastik <i>Plastic Engineering</i>
KKKR5952	Kaedah Instrumentasi Kimia <i>Chemical Instrumentation Methods</i>
KKKR5962	Toksikologi Industri <i>Toxicological Industry</i>
Elektif Tambahan <i>Additional Elective</i>	
KKKR5972	Topik Khusus Untuk Kejuruteraan Kimia <i>Special Topics in Chemical Engineering</i>

Kategori/Category :

- WU - Kursus Wajib Universiti/ *University Courses*
- WF - Kursus Wajib Fakulti / *Faculty Courses*
- WJ - Kursus Wajib Jabatan / *Department Courses*
- P - Kursus Pilihan / *Elective Courses*
- CK - Kursus CITRA Kompetensi / *CITRA Competency Course*
- CW - Kursus CITRA Wajib / *CITRA Compulsory Course*
- C1-C6 - Kursus CITRA Rentas / *CITRA General Education*

Kursus Silibus/ Courses Syllabus

KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia *Elementary Skills of Chemical Engineering*

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar kepada kemahiran-kemahiran asas dalam pembelajaran sebagai pelajar kejuruteraan kimia. Pelajar akan didedahkan kepada perisian-perisian kejuruteraan yang asas seperti Microsoft EXCEL, Microsoft VISIO dan DraftSight/AutoCAD sebagai bantuan dalam proses reka bentuk kejuruteraan kimia. Perkomputeran dan kaedah analisis masalah kejuruteraan akan ditunjukkan menggunakan Microsoft EXCEL. Teknik melukis lukisan kejuruteraan kimia standard seperti rajah alir proses (PFD), rajah paip dan instrumentasi (PID) dan simbol standard akan ditunjukkan menggunakan Microsoft VISIO. Kaedah lukisan mekanikal lengkap unit proses kejuruteraan kimia akan dijelaskan dan teknik menggunakan perisian DraftSight/AutoCAD akan diperkenalkan kepada pelajar.

This course aims to introduce students to the basic skills to become a chemical engineering student. Students will be exposed to software engineering fundamentals such as Microsoft EXCEL, Microsoft VISIO and DraftSight / AutoCAD as design tools in chemical engineering design processes. Computing and engineering problems analytical methods will be demonstrated using Microsoft EXCEL. Drawing techniques such as chemical engineering standard process flow diagram (PFD), pipes and instrumentation diagram (PID) and standard symbols will be exposed using Microsoft VISIO. Detailed mechanical drawings of chemical engineering unit processes and the drawing techniques using DraftSight/ AutoCAD will be introduced to students.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas: References:

- Law, V.J. 2013. *Numerical methods for chemical engineers using Excel, VBA, and MATLAB*. Boca Raton: CRC Press.
- Billo E.J. 2008. *EXCEL for Scientists and Engineers: Numerical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Dix, M. and Riley, P. 2008. *Discovering AutoCAD 2008*. New Jersey: Prentice Hall.

Jensen C., Hales J. D. and Short D. R. 2008. *Engineering Drawing and Design. Ed. ke-7*. Mc Graw-Hill Boston.

Giesecke, F. E., Mitchell, A., Spencer, H. C., Hill, I. L., Dygdon, J. T., and Novak, J. E. 2002. *Technical Drawing. Ed. ke-12*. New Jersey: Prentice Hall. Munson, B.R.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami unit proses asas dan lukisan kejuruteraan kimia. <i>Explain the chemical engineering processes units and drawing.</i>
2	Menggunakan perkomputeran EXCEL dan WORD bagi menyediakan laporan teknikal. <i>Practise EXCEL computation dan WORD for technical report preparation.</i>
3	Menggunakan VISIO bagi melukis PFD dan P&ID. <i>Apply VISIO for drawing PFD and P&ID.</i>
4	Menggunakan perisian CAD bagi melukis unit proses kejuruteraan kimia. <i>Use CAD software for drawing chemical engineering process unit.</i>

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia *Chemical Engineering Principles*

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan prinsip asas kejuruteraan kimia. Kursus ini membincang tentang unit dan matra, unit proses dan pembolehubah proses kimia keabadian bahan dan tenaga, penyelesaian sistem persamaan linear berbilang, imbangan bahan sistem kimia tidak bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit tunggal, imbangan jisim sistem kimia tidak bertindakbalas dan bertindakbalas dalam unit berbilang dengan aliran kitaran semula, pembersihan dan pirau, imbangan tenaga sistem kimia tidak bertindakbalas dan bertindak balas dalam unit tunggal, imbangan tenaga sistem kimia tidak bertindakbalas dan bertindak balas dalam unit berbilang dengan aliran kitaran semula, pembersihan dan pirau dan imbangan bahan dan tenaga pada keadaan tidak mantap.

The aim of the course is to introduce the fundamental principles of chemical engineering. The course discusses unit and dimensions, chemical process units and process variables, conservation of material and energy, solution of multiple linear equation system, material balance of non-reactive and reactive chemical system on single process units, material balance

of non-reactive and reactive chemical system on multiple process units with recycle, purge and bypass streams, energy balance of non-reactive and reactive chemical system on single process units, energy balance of non-reactive and reactive chemical system on multiple process units with recycle, purge and bypass streams and material and energy balances at unsteady-state.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References:

- Ghasem, N. & Henda, R. 2014. *Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances*, Ed. ke-2, Boca Raton: CRC Press.
- Felder, R. M. & Rousseau, R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Ed. ke 3, New York: John Wiley.
- Himmelblau, D. 2004. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*, Ed. ke 7, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Che Ayub, A. 1989. *Pengenalan Kepada Kejuruteraan Kimia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Reklaitis, G. V. 1983. *Introduction to Material and Energy Balances*. New York: John Wiley.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman tentang prinsip asas kejuruteraan kimia: unit dan matra, unit proses dan pembolehubah proses kimia/biokimia, keabadian bahan dan tenaga <i>Understanding the fundamental principles of chemical engineering: units and dimensions, chemical/biochemical process units and process variables, conservations of material and energy</i>
2	Kebolehan melakukan imbangan bahan bagi sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau <i>Ability to solve materials balance of non-reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass</i>
3	Kebolehan melakukan imbangan bahan untuk sistem kimia/biokimia dengan tindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau <i>Ability to solve materials balance of reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass</i>
4	Kebolehan melakukan imbangan tenaga untuk sistem kimia/biokimia tidak bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau <i>Ability to solve energy balance of non-reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass</i>

5	Kebolehan melakukan imbangan tenaga untuk sistem kimia/biokimia bertindakbalas pada unit tunggal dan berbilang dengan kitaran semula, pembersihan dan aliran pirau <i>Ability to solve energy balance of reactive chemical/biochemical system on single and multiple process units with recycle, purge and bypass</i>
6	Kefahaman tentang imbangan bahan serta tenaga pada keadaan tidak mantap <i>Understanding of material and energy balance at unsteady-state</i>

KKKR1133 Kimia Fizik untuk Jurutera ***Physical Chemistry for Engineers***

Kursus ini akan memperkenalkan konsep asas dalam Kimia Fizik dan penggunaannya dalam kejuruteraan kimia. Pelajar akan diterangkan asas utama setiap topik penting diikuti dengan perbincangan dan contoh kegunaannya dalam industri proses kimia. Topik utama yang akan dibincang termasuk termokimia, keseimbangan kimia, gambarajah fasa dan kestabilan realtif pepejal, cecair dan gas, larutan unggul dan nyata, larutan elektrolit, sel elektrokimia, bateri dan sel fuel dan di akhiri dengan kinetik kimia dan kimia permukaan serta koloid.

The aim of this course is to introduce the basic concepts of involved in Physical Chemistry and the importance plus its applications in chemical engineering. Students will be explained to the basics of each related main topic followed by detailed discussions, examples of the applications in the process industries follow by the discussions of various selected questions related to the topic being discussed. The main topics discussed include thermodynamics and thermochemistry, relationships of ideal and real gases, chemical equilibria, theory and applications of phases and solutions, phase equilibria, electrolyte solutions, electrochemical cells, fundamental of chemical kinetics plus introduction to surface chemistry and colloids.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : *None*

Bacaan Asas: ***References:***

- Atkins, P and de Paula, J. 2014. *Physical Chemistry, 10th edition*, New York: Oxford University Press.
- Laidler K. J., Meiser J. H. and Sanctuary, B. 2003. *Physical Chemistry, 4th edition*, Boston: Houghton Mifflin Company.

Silbey, R. J., Alberty, R. A. and Bawendi, M. G. 2005. *Physical Chemistry, 4th edition*, New Jersey: John Wiley.

Raff, L. M. 2001. *Principles of Physical Chemistry, 1st edition*, New Jersey: Prentice-Hall.

Barrow, B. M. 1996. *Physical Chemistry, 6th edition*, New York: McGraw-Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk menerangkan aplikasi prinsip asas kimia fizik dalam proses kimia. <i>Ability to explain the applications of basic principles of physical chemistry in chemical processes.</i>
2	Kebolehan untuk menerang dan menghitung proses termokimia yang berlaku dalam suatu tindak balas. <i>Ability to explain and calculate the thermochemistry processes occurring in a reaction.</i>
3	Kebolehan untuk mengguna konsep keseimbangan kimia dalam proses keadaan mantap kimia <i>Ability to apply the chemical equilibrium concepts and steady state processes.</i>
4	Kebolehan untuk menerangkan konsep fasa keseimbangan kimia, gambarajah fasa, teori larutan dan kestabilan relatif dalam keadaan keseimbangan <i>Ability to explain the basic chemical phase equilibrium, phase diagrams, solution theories and relative phase stability in the equilibrium state.</i>
5	Kebolehan untuk menerang dan menghitung ion yang terkandung dalam larutan elektrolit dan sistem sel elektrokimia dalam sistem proses keadaan mantap <i>Ability to explain and calculate the basic ions present in the electrolyte solutions and electrochemical cell system in the steady state processes.</i>
6	Kebolehan untuk menerang dan menggunakan pengetahuan asas berkaitan sel elektrokimia, bateri dan sel bahan api dalam proses penjanaan kuasa elektrokimia <i>Ability to explain and apply the basic knowledge of electrochemical cells, batteries and fuel cell as some of the processes in generating electrochemical power.</i>
7	Kebolehan untuk menerangkan konsep kinetik kimia dan kimia permukaan serta koloid dalam proses kimia <i>Ability to explain the basics of chemical kinetics and surface chemistry and also colloids in a chemical process.</i>

KKKR1213 Kimia Organik untuk Jurutera/ *Organic Chemistry for Engineers*

Objektif kursus ini ialah untuk mengajar konsep-konsep kimia organik dan proses industri. Topik penting dalam kursus ini ialah prinsip pembentukan sebatian yang terdiri daripada karbon, hidrogen oksigen dan atom-atom lain. Perwakilan sebatian karbon-hidrogen adalah alkana, alkena, alkuna, dan aromatik sebagai hidrokarbon. Kumpulan berfungsi penting seperti alkil halida, alkohol, eter, aldehida, ketone, amina, dan asid karboksilik berserta sifat fizik dan struktur molekul masing-masing.

Asas kepada berlakunya tindak balas dan pembentukan hasil baru, dan proses industri bagi beberapa contoh yang berkaitan.

This course consolidates the accumulated knowledge of fundamental class and mane of organic chemicals. The chemical reaction and synthesis of organic materials is well discussed though out this course. Student can learn how to conduct chemical reaction involves organic synthesis. Student can understand substitution reaction of alcohols and halides. Chemistry of aromatic and chemicals from benzene is presented. Aromatic substitution reaction, aromatic synthesis and industrial of chemicals is covered in this course.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:
References:

- Bruice, P. Y. 2017. *Organic Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, 8th Ed.
 Brown, W. H. & Iverson, B. L. 2013. *Organic Chemistry, 7th Edition*, Brooks/Cole, Belmont, CA.
 John McMurry 2008, *Organic Chemistry, 7th Ed.* Thomson, Brooks Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA.
 Wade L.G. JR., 2006, *Organic Chemistry, Upper Saddle River*, Prentice Hall
 Francis, A. C. 2000. *Organic Chemistry. 4th Ed.. New York: McGraw-Hill*
 Solomons, G. & Fryhle, C. 2000. *Organic Chemistry. Ed. ke 7. New York: John Wiley.*

Hasil Pembelajaran Kursus
Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course outcomes (CO)
1	Mengenal kelas-kelas sebatian organik melalui kumpulan berfungsi dan kaedah tatanama. <i>Identify the classification of organic compound through the functional group and the method of nomenclature.</i>
2	Menentukan mekanisma pembentukan sebatian-sebatian organik. <i>Determine the mechanism of organic compound formation.</i>
3	Menentukan kesan parameter-parameter dalam tindakbalas organik. <i>Determine the effect of parameters in the organic reaction.</i>

4	Menyelesaikan masalah dalam sistem sintesis sebatian organik. <i>Solve the problems in organic compound synthesis.</i>
5	Mengenalpasti industri yang terlibat dengan pengeluaran dan pemprosesan bahan kimia organik <i>Identify the industry that involved in the production and organic chemical processing.</i>

KKKR1233 Sains dan Kejuruteraan Bahan ***Material Science and Engineering***

Kursus ini memperkenalkan pelajar kepada teori asas sains dan kejuruteraan bahan yang digunakan secara meluas dalam kejuruteraan. Ianya menekankan pemahaman terhadap struktur atom dan ikatan dalam pepejal, percirian zarah, sifat-sifat mekanik logam seperti ubah bentuk anjal dan ubah bentuk plastik, juga beberapa faktor reka bentuk dan keselamatan untuk memilih bahan yang sesuai, bagi kegunaan di dalam bidang kejuruteraan. Para pelajar juga didedahkan kepada sifat-sifat dan pemprosesan aloi logam, seramik dan polimer. Penggunaan bio-bahan dan bahan yang digunakan dalam teknologi termaju seperti perubatan dan teknologi nano dibincangkan. Pengetahuan berkenaan bahan komposit juga dibincangkan dari segi sifat-sifatnya dan cara pemprosesan. Disamping itu juga, konsep asas pengaratan dan nyah degradasi bahan akan diberi penekanan, dan juga cara-cara melindungi dan mengurangkan proses tersebut dari berlaku.

This subject introduces students to the theory of material science and engineering. It focuses on understanding the atomic structure and bonding in solid, particle characterization, the mechanical properties of metal such as the elastic and plastic deformation, and also some design and safety factors to select proper material for engineering application. Students also will be exposed to the properties and processing of metal alloys, ceramics and polymers. Applications of biomaterial are highlighted, and the materials used in emerging technologies such as biomedic and nanotechnology are discussed. The knowledge on composite materials is also highlighted in terms of its properties and processing. Besides that, students will learn on corrosion and degradation process of materials, and how to prevent and reduce its occurrence.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any): None

Bacaan Asas:
References:

- Towler, G. & Sinnott, R. 2013. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, 2nd Ed. Butterworth-Heinemann, USA.
- Callister, W.D. 2011. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 8th ed. New York: John Wiley.
- Schaffer, J.P. et al. 1999. *The Science and Design of Engineering Materials*. 2nd ed. New York: WCB/McGraw Hill.
- Shackelford, J.F. 1996. *Introduction to Materials Science for Engineers*. 4th ed. New York: Prentice Hall.
- Progelhof, R.C. & Throne, J.L. 1993. *Polymer Engineering Principles*, Hanser Publication.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk menerangkan prinsip asas yang berkaitan dengan kejuruteraan bahan <i>Ability to describe basic principles related to material engineering</i>
2	Kebolehan untuk menganalisa struktur atom dan ikatan dalam pepejal bagi memahami kejuruteraan bahan <i>Ability to analyse atomic structure and atomic bonding in solids</i>
3	Kebolehan untuk mengenalpasti percirian zarah yang sesuai untuk aplikasi kejuruteraan <i>Ability to identify suitable particle characterization for engineering application</i>
4	Kebolehan untuk memilih bahan yang bersesuaian untuk aplikasi kejuruteraan <i>Ability to select proper material for engineering application.</i>
5	Kebolehan untuk menganalisa sifat-sifat bahan untuk aplikasi kejuruteraan <i>Ability to analyse properties of material in engineering application</i>
6	Kebolehan untuk mencadangkan beberapa cara melindungi sesuatu bahan daripada berkarat dan nyah degradasi dalam kegunaan kejuruteraan <i>Ability to suggest suitable methods on reducing and preventing corrosion and degradation of material in engineering application</i>

KKKR1243 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I ***Chemical Engineering Thermodynamics I***

Kursus ini bertujuan membina kefahaman menyeluruh tentang asas dan aplikasi dalam termodinamik klasik. Ia bermula dengan perbincangan terhadap konsep keadaan, sifat zat tulen, proses pertukaran fasa, rajah dan jadual sifat. Konsep haba, kerja dan bentuk tenaga lain, serta prinsip hukum pertama termodinamik untuk sistem tertutup akan diperkenalkan. Prinsip yang sama digunakan untuk analisa sistem terbuka bagi

peranti-peranti kejuruteraan seperti turbin, pemampat, pam dan penukar haba. Pengenalan terhadap kitaran Carnot dan konsep ketakbolehbalikan dalam proses turut dibincangkan. Hukum kedua termodinamik dan konsep entropi seterusnya akan digunakan untuk menganalisis kecekapan terma bagi enjin haba dan pekali prestasi bagi pam haba dan refrigerator dalam kitaran Carnot, Rankine dan refrigerasi.

The aim of this course is to develop the whole understandings on fundamentals and applications of classical thermodynamics. The course begins with the concepts of state, pure properties, phase change and property diagrams and tables. The concepts of heat, work and other forms of energy, and the first law of thermodynamics for closed systems will be introduced. With the same principle, it will be extended to open system devices, such as turbines, compressors, pumps and heat exchangers. Introduction to the Carnot cycle and the concept of irreversibility in processes will also be included. In addition, the second law of thermodynamics and the concept of entropy will be applied to analyse thermal efficiency of heat engines and the coefficient of performance for heat pumps and refrigerators in Carnot, Rankine and refrigeration cycles.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Chemical Engineering Principles

Bacaan Asas:

References:

- Cengel, Y. A. & Boles, M. A. 2015. *Thermodynamics - An Engineering Approach*. Ed. ke-8. New York: McGraw-Hill.
- Cengel, Y. A. & Boles, M. A. 2011. *Property Tables Booklet to accompany 7th ed. Thermodynamics - An Engineering Approach*. New York: McGraw-Hill.
- Borgnakke, C. & Sontag, R. E. 2009. *Fundamentals of thermodynamics*. Ed. ke-7. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Moran, M. J. & Shapiro, H. N. 2008. *Fundamentals of engineering thermodynamics*. Ed. ke-6. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Sontag, R. E. & Borgnakke, C. 2007. *Introduction to Engineering Thermodynamics*. Ed. ke-2. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Cengel, Y. A. 2006. *Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer*. Ed. ke-3. New York: McGraw-Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman tentang konsep asas termodinamik seperti suhu, tekanan, sistem, sifat, keadaan, proses, kitaran dan keseimbangan. <i>Ability to understand the basic concepts of thermodynamics such as temperature, pressure, system, properties, process, state, cycles and equilibrium.</i>
2	Keupayaan untuk membezakan sifat zat yang diperlukan berdasarkan rajah sifat dan mendapatkan data dari jadual sifat. <i>Ability to identify the properties of substances on property diagrams and obtain the data from property tables.</i>
3	Kefahaman tentang pemindahan tenaga melalui haba, kerja dan jisim bagi kedua-dua sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Ability to define energy transfer through mass, heat and work for closed and control volume systems.</i>
4	Keupayaan menggunakan Hukum Pertama Termodinamik dan Prinsip Keabadian Jisim yang diaplikasikan kepada sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Ability to apply the first Law of Thermodynamics on closed and control volume systems.</i>
5	Keupayaan untuk menggunakan Hukum Kedua Termodinamik dan entropi dalam menganalisa kecekapan terma enjin haba dan prestasi pam haba dan refrigerator seperti Carnot, Rankine dan refrigerator melalui kitaran. <i>Ability to apply Second Law of Thermodynamics and entropy concepts in analyzing the thermal efficiencies of heat engines in Carnot and Rankine cycles and the coefficients of performance for refrigerators and heat pumps.</i>

KKKR2311 Makmal Kejuruteraan Kimia I

Chemical Engineering Laboratory I

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar dalam menjalankan ujikaji-ujikaji asas untuk bidang kejuruteraan kimia. Ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji asas dalam kimia organik dan fisikal,imbangan jisim dan haba, termodinamik, mekanik bendalir, mikrob dan kultur. Pelajar akan diajar cara menganalisa dan menulis laporan makmal.

The purpose of this course is to train and thus, to expose the second year students on the ability to conduct a set of basic chemical engineering experiments. These experiments essentially involve the applications of physical and organic chemistry, mass and heat balances, chemical thermodynamics, as well as fluid mechanics with additional biochemical elements such as microb observation and cultivation. Students will also learn on how to analyse the experimental results and to present them in a written report.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any): None

Bahan Asas:

Reference:

Panduan Penulisan Tesis Gaya UKM, 2015. Edisi Semak Kedua, Pusat Siswazah, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Panduan Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia, 2044. Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses. Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Pfeiffer, W.S. 2013. *Technical Writing: A Practical Approach*. Edisi ke-8, New Jersey: Prentice Hall.

Taylor, S. 2002. *Essential Communication Skills*. New York: Longman.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami aspek-aspek keselamatan makmal. <i>Understand the lab safety aspects.</i>
2	Kefahaman tentang kaitan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Understanding on the concept/theory that has been learnt with the conducted experiment.</i>
3	Memahami prosedur ujikaji, pengumpulan data, analisis data dan berkebolehan untuk membentangkan keputusan yang diperolehi dalam bentuk jadual dan graf. <i>Understanding of the experimental procedures, data acquisitions, data analyses, the ability to tabulate and present the data in the form of tables, graphs, etc.</i>
4	Kefahaman tentang perancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan, kaedah melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>Understanding on planning and managing the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental procedure, and raw data that needed to be measured.</i>
5	Kebolehan menggunakan kaedah statistik yang bersesuaian dalam pengumpulan dan analisis. <i>The ability to apply the appropriate statistical method in collecting and analysing data.</i>
6	Kebolehan untuk menulis dan menghasilkan laporan makmal. Pengurusan masa yang berkesan bagi menghantar laporan mengikut masa. <i>Ability to write and produce an appropriate lab report. Manage time effectively so as to meet deadlines</i>
7	Kebolehan bekerjasama dalam kumpulan untuk analisis data dan memastikan ujikaji berjaya. <i>Ability to cooperate in the group work in order to carry out the data analyses while completing the lab task successfully.</i>

KKKR2323 Biologi Sel untuk Jurutera **Cell Biology for Engineers**

Kursus ini bertujuan untuk memberi pengetahuan dan kefahaman tentang prinsip asas dan aplikasi sel-sel biologi yang diperlukan oleh jurutera proses dalam industri bioteknologi dan bioproses, farmasiutikal, kimia dan persekitaran. Kursus ini menerangkan konsep asas biologi kehidupan yang terdiri daripada sel-sel prokariotik dan eukariotik. Ia meliputi prinsip-prinsip asas makromolekul komponen sel seperti berbagai jenis molekul gula, lipid, protein dan asid amino serta asid nukleik. Kefahaman juga akan diberikan tentang struktur dan fungsi utama komponen sel seperti membran, sistem pengangkutan dan pengisyaratan sel, kitar pembahagian sel, pengkulturan dan pertumbuhannya. Akhirnya, sistem sel dalam komuniti seperti tisu, sel asal dan kanser juga akan dibincangkan. Pelajar akan didedahkan kepada penggunaan kepelbagaian sel biologi tersebut dalam berbagai industri yang berkaitan.

This course is aimed to provide knowledge and understanding, on basic principles and applications of biological cells for process engineers working in various industries, namely the biotechnology and bioprocess, chemical, pharmaceutical and environmental. The course will highlights concept of living biological cells which comprises of procaryotes and eucaryotes. These will include principles of macromolecule cell components, such as types of sugars, lipids, proteins and nucleik acids molecules. Student will be able to understand the main structure and functions of cell components such as membranes, transport and cell signallingssystem, cell division cycle, cultivation and growth. Finally cell system in community such as tissue, stem cell and cancer will be discussed. Sudent will be introduced to its various applications in relevant industries.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada

Pre-requisite (if any): None

Bahan Asas:

References:

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2015. *Molecular Biology of the Cell*. Ed 6. New York: Garland Science.

Wilson, J., Hunt, T. 2014. *Molecular Biology of The Cell*. Ed. 6 New York: Garland Science.

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2013. *Essential Cell Biology. Ed ke-4*. New York: Garland Science.

Lodish, B., Kaiser, K., Bretscher, P., Amon, S.. 2012. *Molecular Cell Biology*. Ed ke-7. W.H. Freeman & Co.

Shuler, M.L., Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering : Basic Concepts*. Ed ke-2, New Jersey : Prentice Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus ***Course Learning Outcomes***

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami kepelbagaian sel biologi; prokariot dan eukariot, struktur dan fungsi umum serta sistem pengkelasannya; <i>Understanding the diversity of cell biology; procyote and eucaryote, structure and general function as well as its classification system.</i>
2	Memahami prinsip-prinsip asas makromolekul, ikatan dan kumpulan kimia, komponen sel seperti jenis-jenis molekul gula, asid lemak dan lipid, protein dan asid amino serta nukleotida; <i>Understanding basic principles of macromolecules, chemical bonds and groups, cell components such as types of sugars, fatty acids and lipids, protein and amino acids as well as nucleotides</i>
3	Memahami struktur dan fungsi utama komponen sel seperti struktur membran, sistem pengangkutan dan pengisyaratan sel. <i>Understanding structure and function of important cell components such as membrane structure, transport system and cell signaling.</i>
4	Memahami kitar pembahagian sel, pengkulturan dan analisis asas pertumbuhan dan penghasilan sel; termasuk prinsip asas pengendalian sel secara aseptik. <i>Understanding cell division cycle, cultivation and cell growth; including concept of aseptic technique for practical cell handling.</i>
5	Memahami keperluan nutrient; kesan persekitaran dan kimia terhadap pertumbuhan sel. Berkebolehan untuk menerangkan, memilih, mereka bentuk dan menganalisa keperluan nutrient berbeza-beza untuk jenis sel yang berlainan. <i>Understanding nutrient requirements, environmental and chemical factors on cell growth Ability to describe, choose, design and analyse different nutrient requirements for different types of biological cells</i>
6	Mengetahui tentang kepentingan sel sel biologi dalam proses penghasilan produk biokimia dan bahan biologi dalam industri. <i>Understand the important role of biological cells in the production process valueable biochemical and biological substance in industries.</i>

KKKR2363 Mekanik Bendalir ***Fluid Mechanics***

Kursus ini akan memberi tumpuan ke atas konsep fenomena pengangkutan khususnya terhadap prinsip asas pemindahan momentum dan imbalan momentum keseluruhan yang terlibat dalam mekanik bendalir.

Perbincangan dimulakan dengan bendalir statik dan seterusnya bendalir dinamik yang melibatkan analisis perubahan bendalir kontinum dalam isipadu kawalan dan menggunakan persamaan kebezaan. Kursus juga akan memberi kefahaman dalam pengangkutan momentum samada dalam satu dimensi dan dua dimensi, pengangkutan aliran lamina dan gelora selain daripada pemahaman penggubalan dan penggunaan nombor tidak berdimensi. Aplikasi pengetahuan mekanik bendalir diterapkan melalui kefahaman terhadap prinsip asas pam emparan (alat bantuan pengalir), sistem aliran pam tertutup, pemampat udara, aliran adiabatik, aliran likat dan tak likat, aliran mampat dan tidak mampat. Juga menekankan aplikasi konsep mekanik bendalir di dalam fenomena pengangkutan dan pencampuran bahan pepejal.

This course will focus on transport phenomena concept particularly on the principle of momentum transfer and overall momentum balance in fluid mechanics. It will begin with the discussions on fluid static and then followed by the dynamics of the fluid that involves the analysis of the differential continuity equation of fluid by control-volume approach and by using differential equations. The course will also emphasize on the one-dimensional and two-dimensional momentum transfer and the analysis of fluid element is carried out either in laminar or turbulent flow apart from instilling the understanding of the constitution and the usage of the dimensionless numbers. Also emphasizes the application concepts of the fluid mechanics and transport phenomena in solids mixing and conveying.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Chemical Engineering Principles

Bahan Asas:

References:

- WWelty, J.R., Wicks, C.E., Wilson, R.E. & Rorrer, G. 2008. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer*. Edisi ke-5. John Wiley, New York.
- Siti Masrinda Tasirin & Siti Kartom Kamaruddin. 2008. *Teknologi Zarah*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Bird, R.B., Stewart, W.E. & Lightfoot, E.N. 2007. *Transport Phenomena*. Edisi ke-2. John Wiley, New York.

- Coulson J.M., Richardson, J.F., Backhurst, J.R., & Harker, J.H. 2007, *Coulson & Richardson's Chemical Engineering vol.1*, Edisi ke-6. Elsevier.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. & Harriott, P. 2005. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Edisi ke-7. McGraw-Hill International Edition.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport processes and separation process principles*. Edisi ke-4. Pearson Education International

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kefahaman konsep pemindahan bendalir, bendalir statik dan asas bendalir dinamik. <i>Understanding on fluid transport properties, fluid statics and fundamentals of fluid dynamics.</i>
2	Kefahaman Teorem Pemindahan Reynolds dan aplikasi dalam pengkamiran dan perbezaanimbangan momentum. <i>Understanding of Reynolds transport theorem and its application to the integral and differential momentum balances</i>
3	Kebolehan untuk menerbitkan persamaan pengkamiran pengabadian jisim (persamaan kontinuiti), momentum (persamaan momentum danimbangan momentum) dan tenaga (persamaan Bernoulli,imbangan mekanik tenaga dan kehilangan melalui geseran di dalam paip) daripada pengkamiranimbangan jisim dan momentum hasil perbezaan kelompok serta aplikasi sistem am dan khusus <i>Ability to derive the integral conservation of mass (continuity equation), momentum (momentum equation and moment of momentum balances) and energy (Bernoulli equation, mechanical energy balance and friction loss in pipes) from the integral mass and momentum balance of differential shells, general and specific systems.</i>
4	Kefahaman pemindahan aliran tidak mampat (aliran adiabatik, isoterma dan isentropic) dan aliran mampat dan kebolehan untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan kedua-dua jenis aliran (kipas, peniup, pemampat, pengaduk pam, kuasa pam, prestasi pam, NPSH, kuasa pemampat, keperluan penyejukan untuk pemampat isoterma). <i>Understanding on transport of compressible (adiabatic flow, isothermal, isentropic) and incompressible fluid and ability to solve problems associated with both fluids (fan, blower, compressor, pump impeller, pumping power, pump performance, NPSH, compressor power, cooling requirements for isothermal compressor).</i>
5	Kebolehan untuk menerbitkan perbezaan pengabadian jisim (persamaan kontinuiti) dan momentum (persamaan momentum, persamaan Navier-Stokes, aliran tidak likat) daripada perbezaan jisim dan momentum sistem am dan khusus <i>Ability to derive the differential conservation of mass (continuity equation) and momentum (equation of motion, Navier-Stokes equations, inviscid flow) from the differential mass and momentum balance of general and specific systems</i>
6	Kebolehan untuk menerbitkan persamaan lapisan sempadan untuk aliran laminar dan gelora (Blasius, von-Karman) serta Kefahaman aliran gelora melalui teori purata Reynolds, tegangan Reynolds, kelikatan eddy, Boussineq dan Prandtl. <i>Ability to derive boundary layer equations for laminar and turbulent flow (Blasius, von-Karman) also understanding of turbulent flow, Reynolds averaging, Reynold stresses, eddy viscosity, Boussineq's and Prandtl's theories of turbulence.</i>

7	Kefahaman terhadap nombor tidak berdimensi, pembolehubah nombor tidak berdimensi dan aplikasi penggunaan Kaedah Rayleigh dan Kaedah Buckingham π . <i>Understanding on dimensional analysis, variables of dimensionless number, applications using Rayleigh Method and Buckingham π Method.</i>
8	Kebolehan untuk memahami dan mengaplikasi fenomena pengangkutan yang berkaitan dengan permukaan zarah tertentu dan memahami sistem percampuran dan pengangkutan bahan pepejal. <i>Ability to understand and apply the transport phenomena related to specific surface of particle and ability to understand solid mixing system and solid conveying.</i>

KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II ***Chemical Engineering Thermodynamics II***

Kursus ini adalah lanjutan daripada pengenalan termodinamik dengan penekanan terhadap keseimbangan fasa dan termodinamik larutan. Topik membincangkan sifat-sifat termodinamik komponen tulen dan campuran dari model persamaan keadaan dan pekali aktiviti, gambarajah fasa komponen tulen dan berbilang, pengiraan takat gelembung dan embun, kilat isoterma, dan keseimbangan tindak balas. Aplikasi keseimbangan tindakbalas ke atas sistem biologi juga diterangkan. Kaedah pendek, grafik dan hampir juga diperkenalkan. Penentuan sifat-sifat termodinamik melalui perisian HYSYS[®],/ SuperPro[®]/ iCON[®] dan akan turut diperkenalkan.

This course is the continuation of basic thermodynamics taught in the first year with the emphasis on phase equilibrium and solution thermodynamics for pure and multicomponent mixtures. Thermodynamic properties of ideal and real solution from equations of state and activity coefficients models, phase diagrams/equilibrium of vapor-liquid, liquid-liquid, vapour-liquid-liquid, solid-liquid and solid-vapour, calculations of dew, bubble and flash points, and chemical reaction equilibria, are discussed. Applications of chemical reaction equilibria in biological systems are also discussed. Shortcut, graphical and estimation methods are also introduced. The students are also exposed to HYSYS[®],/ SuperPro[®]/ iCON[®] softwares to determine thermodynamic properties and solve equilibrium problems.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1253 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

Pre-Requisite (if any) :

KKKR1253 Chemical Engineering Thermodynamics I

KKKR1123 Chemical Engineering Principles

Bacaan Asas:**References:**

- Von Stocker, U. 2013. *Biothermodynamics: The Role of Thermodynamics in Chemical Engineering*. Edisi Pertama. Lausanne: EPFL Press.
- Elliott, J. R. & Lira, C. T. 2012. *Introductory Chemical Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 2. Ann Arbor: Pearson Education, Inc.
- Sandler, S. I. 2006. *Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 4. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C. & Abbott, M.M. 2005. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Ed. ke 7. New York: McGraw Hill.
- Koretsky, M. D. 2004. *Engineering and Chemical Thermodynamics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Smith, E. B. 2004. *Basic Chemical Thermodynamics*. Ed. ke 5. Singapore: Imperial College Press.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerbitkan persamaan Maxwell berdasarkan definisi tenaga Gibbs, tenaga Helmholtz dan entalpi, dan menentukan sifat baki bagi gas nyata. <i>Able to derive Maxwell equations based on the definitions of Gibbs and Helmholtz energies and enthalpy, and also determine residual properties of real gases.</i>
2	Menyelesaikan permasalahan keseimbangan wap-cecair (titik gelembung, titik embun dan titik kilat) melalui model mudah seperti Hukum Raoult dan Hukum Henry. <i>Able to solve vapour-liquid equilibrium problems (dew, bubble and flash points) using Raoult's law and Henry's law.</i>
3	Membezakan antara sifat tulen, sifat larutan dan sifat separa, dan menentukan sifat separa dari sifat larutan dan di sebaliknya, serta menghubungkaitkan larutan unggul dengan sifat lebihan. <i>Able to differentiate between pure, solution and partial properties of species and determine the partial properties from solution properties and vice-versa, and also relate the ideal solutions with the excess property.</i>
4	Menentukan sifat fasa cecair seperti pekali aktiviti berdasarkan data keseimbangan wap-cecair dan menghubungkaitkannya dengan model Gibbs lebihan seperti persamaan van Laar dan Margules. <i>Able to determine the liquid properties of activity coefficients from vapour-liquid equilibrium data and relate them with excess Gibbs energy models such as van Laar and Margules.</i>
5	Mengaplikasikan rumus gamma/phi bagi menyelesaikan masalah keseimbangan wap-cecair melalui perisian yang piawai. <i>Able to understand the gamma/phi formulation and use it to solve vapour-liquid equilibrium problems using established computer software.</i>
6	Menyelesaikan permasalahan keseimbangan dalam sistem kimia dan biologi. <i>Able to solve the chemical equilibria problems in chemical and biological systems.</i>

KKKR2411 Makmal Kejuruteraan Kimia II

Chemical Engineering Laboratory II

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar dalam menjalankan ujikaji-ujikaji asas untuk bidang kejuruteraan kimia. Ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji asas dalam kimia organik dan fizikal, reaktor kimia, mekanik bendalir dan pemindahan jisim dan haba, prestasi pam, penyediaan aspirin dan resin. Pelajar dikehendaki menyediakan laporan pendek dan panjang, menganalisa data dalam bentuk graf, carta dan sebagainya. Pelajar juga diperlukan melakukan pembentangan dihujung semester menggunakan salah satu ujikaji yang dijalankan.

The course is aimed to train the students in conducting experiments related to chemical engineering field. The experiments include physical and organic chemistry, chemical reactor, fluid mechanic, mass and heat transfer, pump performance, preparation of aspirin and resin. The students are required to write short and long reports, analysing data, presenting data in graphs, charts etc. The students are also required to do presentation of one of the experiments. The students are also required to do presentation at the end of the semester for one of the experiments conducted.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References:

- Panduan Penulisan Tesis Gaya UKM*, 2015. Edisi Semak Kedua, Pusat Siswazah, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Panduan Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia*, 2014. Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses. Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Pfeiffer, W.S. 2013. *Technical Writing: A Practical Approach*. Edisi ke-8, New Jersey: Prentice Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami aspek-aspek keselamatan makmal. <i>Knowledge of the lab safety aspects.</i>
2	Kefahaman tentang kaitan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Understanding on the concept/theory that has been learnt with the conducted experimen.</i>
3	Memahami prosedur ujikaji, pengumpulan data, analisis data dan berkebolehan untuk membentangkan keputusan yang diperolehi dalam bentuk jadual dan graf. <i>Understanding of the experimental procedures, data acquirements, data analyses, the ability to tabulate and present the data in the form of tables, graphs, etc.</i>
4	Kefahaman tentang perancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan, kaedah/prosedur melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>Understanding on planning and managing the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured.</i>
5	Kebolehan menggunakan kaedah statistik yang bersesuaian dalam pengumpulan dan analisis. <i>Ability to apply the appropriate statistical method in collecting and analysing data.</i>
6	Kebolehan untuk menulis dan menghasilkan laporan makmal. Pengurusan masa yang berkesan bagi menghantar laporan mengikut masa. <i>Ability to write and produce an appropriate lab report. Manage time effectively so as to meet deadlines.</i>
7	Kebolehan bekerjasama dalam kumpulan untuk analisis data dan memastikan ujikaji berjaya. <i>Ability to cooperate in the group work in order to carry out the data analyses while completing the lab task successfully.</i>

KKKR2422 Pengenalan kepada Pengaturcaraan Komputer ***Introduction to Computer Programming***

Kursus ini memberikan pendedahan konsep asas pengaturcaraan dan penyelesaian masalah menggunakan komputer. Penyelesaian masalah dengan langkah algoritma, pembinaan carta alir dan penulisan kod-kod komputer menggunakan fungsi-fungsi yang terdapat dalam perisian pengaturcaraan adalah sebahagian daripada topik pengajaran. Perisian seperti MATLAB atau Scilab digunakan sebagai bahasa pengajaran dalam penyelesaian masalah kejuruteraan kimia dengan mempraktikkan proses-proses pengaturcaraan. Keperluan antara muka pengguna grafik (GUI) diperkenalkan dalam kursus ini. Kursus ini disepadukan dalam Projek Bersepadu bagi mendedahkan pelajar dalam proses menukar masalah Kejuruteraan Kimia kepada kod komputer sebagai langkah penyelesaian.

This course provides exposure to the basic concepts of programming and problem solving using computers. The problem solving by using algorithms techniques, flow charts and writing computer codes using the functions contained in the programming softwares are part of the lesson topics. Software such as MATLAB or Scilab are used as the language of instructions in the chemical engineering problem solving by practising programming processes. The introduction to graphical user interface (GUI) is offered in this course. This course is coordinated in the Integrated Project in order to expose students in the process of converting chemical engineering problems to computer codes for finding the solution steps.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia

Pre-Requisite (if any) :

KKKR1113 Elementary Skills of Chemical Engineering

Bacaan Asas:

References:

- Chapra, S. C. 2012. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. McGraw-Hill, New York. (Buku teks asas Main text book).
- Sinnott, R.K. 2005. *Chemical Engineering Design. Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Recktenwald, G. W. 2000. *Numerical methods with MATLAB : implementations and applications*. Prentice Hall, New Jersey.
- More, H. 2009. *MATLAB for Engineers: International Version, 2/E*. Pearson Higher Education.
- Sieder, W., Seader, J.D. & Lewin, D.R. 1999. *Process Design Principles*. New York: John Wiley.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Berkebolehan menyediakan langkah pengaturcaraan menggunakan langkah algoritma dan carta alir. <i>Ability to prepare programming steps using algorithm technique and flow chart.</i>

2	Berkebolehan menulis kod komputer menggunakan MATLAB/Scilab. <i>Ability to write computer codes using MATLAB / Scilab.</i>
3	Berkebolehan membangunkan skrip dan fungsi menggunakan MATLAB/Scilab. <i>Ability to develop script and function using MATLAB / Scilab.</i>
4	Berkebolehan membangunkan antaramuka dalam MATLAB/Scilab. <i>Ability to develop an interface in MATLAB / Scilab.</i>

KKKR2463 Pemindahan Haba dan Jisim ***Heat and Mass Transfer***

Kursus ini akan memberi tumpuan terhadap pemindahan jisim dan haba dalam aliran laminar dan gelora. Topik yang akan disentuh dengan lebih mendalam merangkumi pemindahan molekul, pengangkutan dalam aliran laminar dan gelora, dan pemindahan haba dan jisim dalam pepejal, pengangkutan satu dimensi, pengangkutan antara fasa, pengangkutan tak mantap, persamaan perbezaan untuk pemindahan haba dan jisim pengangkutan aliran gelora, pemindahan haba melalui proses pendidihan dan kondensasi serta pengangkutan tenaga oleh sinaran. Aplikasi pemindahan jisim dan haba melalui pekali tidak berdimensi turut diberi penekanan termasuk unit proses kimia dan biologi.

This course will focus on the mass and heat transfer phenomena in laminar and turbulent flows. The topics that will be covered in depth include molecular transfer, mass and heat transfers in laminar flow and in solid, one-dimensional and between phase transfers, unsteady state transfer, differential equations for turbulent heat and mass transfers, heat transfer in the boiling and condensation process as well as radiation heat transfer. The heat and mass transHPPrt applications will also be emphasized through the use of dimensionless numbers and correlations including chemical and biological process unit.

Pra-Keperluan (jika ada) :

KKKR2363 Mekanik Bendalir

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

Pre-Requisite (if any) :

KKKR2363 Fluid Mechanics

KKKR1123 Chemical Engineering Principles

Bahan Asas:**Reference:**

- Welty, J. R., Wicks, C. E., Wilso, R. E. & Rorrer, G. 2008. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer*. Edisi ke-5. John Wiley, New York.
- Bird, R. B., Stewart, W. E. & Lightfoot, E. N. 2007. *TransHPPrt Phenomena*. Edisi ke-2. John Wiley, New York.
- Coulson J. M., Richardson, J. F., Backhurst, J. R. & Harker, J. H. 2007. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Vol. 1*. Edisi ke-6. Elsevier.
- McCabe, W. L., Smith, J. C. & Harriott, P. 2005. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Edisi ke-7. McGraw-Hill International Edition.
- Geankoplis, C. J. 2003. *Transport processes and separation process principles*. Edisi ke-4. Pearson Education International

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami dan mengaplikasi konsep pemindahan haba dan jisim, imbangan umum dan definisi fluks serta aplikasi penentuan kadar pengangkutan haba dan jisim dari pergerakan molekul. <i>Understanding and applying the concept ofn heat and mass transport properties, general mass and heat balances and the definition of flux and the application of the heat and mass transfer rates from the molecular transport aspect.</i>
2	Menganalisis pengangkutan haba dan jisim dalam pepejal dan aliran lamina <i>Analyze the heat and mass transport in solid and in the laminar flow.</i>
3	Kefahaman dan aplikasi dalam penggunaan persamaan perbezaan dan menentukan pekali pengangkutan haba dan jisim antara fasa , menentukan kadar pengangkutan haba dan jisim antara fasa dan aplikasi dalam unit operasi, pendidihan serta kondensasi <i>Acquiring the understanding of and applying the differential equations and the ability to utilise them in the mass and heat transfer analysis, and able to determine the heat and mass transfer coefficients between phases, and its applications in the unit operation, boiling and condensation</i>
4	Melakukan analisis pengangkutan haba dan jisim dalam dua dimensi, dan analisis pengangkutan jisim dan haba dalam keadaan tidak mantap. <i>Analyse the 2-dimensional heat and mass transport as well as at the unsteady state mass and heat transfer</i>
5	Mengetahui dan memahami tentang pengangkutan haba melalui sinaran dan aplikasi penentuan kadar pemindahan haba melalui sinaran. <i>Understanding and acquiring knowledge on heat transfer by radiation and applying it to determine the rate of heat transfer by radiation</i>

KKKR2473 Kejuruteraan Tindak Balas Kimia I ***Chemical Reaction Engineering I***

Kursus ini merangkumi pengenalan kepada tindak balas kimia dan prinsip umum kinetik biokimia, tertib tindak balas, mencari kinetik tindak balas dan kaedah menentukan pemalar kinetik dari data reaktor sesekumpul, reaktor alir ombok dan reaktor tangki teraduk selanjara. Ia juga mengupas penggunaan reaktor berbilang secara bersiri atau selari, reaktor dengan kitaran semula, reaktor auto mangkin, dan reka bentuk reaktor dengan tindak balas berbilang. Kursus ini juga turut merangkumi kejuruteraan biokimia dengan model-model untuk kinetik pertumbuhan mikrob dibangunkan berasaskan bentuk model berstruktur dan tidak berstruktur. Penekanan ke atas beberapa reka bentuk fermentasi seperti fermenter berbilang (CSTR dan PFR) dalam siri dan CSTR dengan sel terkitar semula dan operasi suap-sesekumpul. Pelajar akan didedahkan dengan beberapa aspek dalam kinetik sistem tindak balas heterogeneous dan rekabentuk bioreaktor melibatkan sel terimobil, enzim terimobil dalam bentuk pelet dan biofilm.

This course consists of introduction to reaction engineering, reaction order, determination of reaction kinetics, and method to determine order and constant from kinetics data from batch reactor. The course also discuss on continuous plug flow and continuous stirred tank reactor. It also emphasis on multiple reactors connected in parallel and series, autocatalytic reactor, and design of reactor with multiple reactions. The course also include the biochemical engineering aspects from general principles of kinetics and methods to evaluate the rate and order of reactions in biochemical systems. Kinetic of homogeneous reactions and basic principles of reaction engineering especially on ideal reactors, viz batch reactor, plug flow reactor and continuous reactor are discussed. The course also introduces biochemical engineering students with models for kinetics of microbial growth developed based on unstructured and structured forms. Emphasis on various fermentation designs such as multiple fermenters (CSTR and PFR) in series and CSTR with cell recycled and fed-batch operation. The students will be introduced with some aspects of kinetics reaction of heterogeneous system and its bioreactor design that encountered in immobilized cells, immobilised enzymes in form of pellets and bio-films.

Pra-Keperluan (jika ada) :

KKKR1253 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I

KKKR2323 Biologi Sel untuk Jurutera

Pre-Requisite (if any):

KKKR1253 *Chemical Engineering Thermodynamic I*

KKKR2323 *Cell Biology for Engineers*

Bacaan Asas:**References:**

- M Fogler, H.S. 2015. *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-5, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, Lisa G. Bullard. 2015. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Edisi ke-4, John Wiley New York.
- Matthew DeLisa, Fikret Kargi, Michael L. Shuler, F. 2017. *Bioprocess Engineering : Basic Concept*. 3rd Edition, Prentice Hall
- Lee, J.M. 2007. *Biochemical Engineering, Digitalised Edition*. Prentice-Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences, Ellis Horwood Series in Interactive Information Systems.
- Missen, W.R. 1999. *Chemical Reaction Engineering and Kinetics*, John Wiley, New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Edisi ke-3*, John Wiley, New York.
- Schmidt, L.D. 1998. *The Engineering of Chemical Reactions*, Oxford University Press.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menganalisa tindakbalas berbilang dalam reaktor CSTR, PFR dan PBR yang tidak sesuhu dan menentukan kepekatan sebagai fungsi kedudukan dan parameter operasi. <i>Analyse multiple reactions carried out in CSTRs, PFRs, and PBRs which are not operated isothermally in order to determine the concentrations as a function of position (PFR/PBR) and operating variables.</i>
2	Menganalisa mangkin, mekanisma pemangkinan dan kadar pembatas. <i>Analyse a catalyst, a catalytic mechanism and a rate limiting step.</i>
3	Menganalisa reaktor tidak unggul dan kaitannya dengan agihan masa mastautin. <i>Analyse non ideal reactor and its relation with residence time distribution.</i>
4	Menganalisa dan meyelesaikan tindakbalas berenzim termasuklah mekanisma tindakbalas enzyme-substrate dan product-enzim kompleks menggunakan Michealis Menten dan Persamaan Monod <i>Analyse and solve enzymatic reaction involves reaction mechanism of enzyme-substrate complex and product-enzyme complex using Michaelis Menten and Monod equations</i>

5	Menyelesaikan pengiraan reaktor sesekumpul; kesan pH and suhu melalui kinetik perencatan bersaing, tak bersaing dan tanpa bersaing, perencatan substrate, enzim tunggal dan berbilang <i>Solve batch reactor calculation; the effects of pH and temperature and inhibition of enzyme reaction via kinetic of competitive, uncompetitive and noncompetitive inhibition, substrate inhibition and; single and multiple enzyme.</i>
---	---

KKKR3522 Perkomputeran Kejuruteraan Kimia ***Chemical Engineering Computation***

Kursus ini memperkenalkan prinsip asas kaedah berangka dalam menyelesaikan masalah kejuruteraan. Objektif kursus adalah untuk memperkenalkan teknik pengkomputeran untuk menyelesaikan masalah berangka dalam bidang kejuruteraan kimia dengan menggunakan komputer. Pengetahuan asas bahasa komputer seperti MATLAB, Scilab atau Python serta penggunaan perisian pengkomputeran berangka yang tersedia bersama bahasa-bahasa tersebut diperlukan untuk kursus ini. Topik-topik di dalam kursus ini terdiri daripada persamaan linear, masalah punca persamaan, penentu-dalaman dan penyesuaian lengkung, pengoptimuman, pengamiran dan pembezaan berangka serta persamaan pembezaan biasa dan separa. Kursus ini menggabungkan kedua-dua aspek teori dan praktik kaedah berangka dalam menyelesaikan masalah kejuruteraan. Di akhir kursus, satu projek kejuruteraan kimia yang mudah akan diberikan untuk diselesaikan oleh pelajar.

This course introduces the basic principal of numerical methods used in solving engineering problems. The objective is to introduce the computational techniques to solve numerical problems in chemical engineering field using computers. A prerequisite knowledge of computer scripting languages such as MATLAB, Scilab or Python is required and the use of computational software libraries is expected. The course includes topics such as linear equations, finding root of equations, interpolation and curve fittings, optimization, numerical integration and differentiation, ordinary differential equations and partial differential equations. This course integrates both the theoretical and practical aspect of numerical methods to solve engineering problems. A simple chemical engineering problem will be given to the student as a project to be solved by numerical methods towards the end of the course.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia

KKKR2422 Pengenalan Kepada Pengaturcaraan Komputer

Pre-Requisite (if any):

KKKR1113 *Elementary Skills of Chemical Engineering*

KKKR2422 *Intorduction to Computer Programming*

Bacaan Asas:**References:**

Chapra S.C. 2012. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. McGraw-Hill, New York. (Buku teks asas Main text book).

Sinnott, R.K. 2005. *Chemical Engineering Design. Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann.

Recktenwald G.W. 2000. *Numerical methods with MATLAB : implementations and applications*. Prentice Hall, New Jersey.

More H. 2009. *MATLAB for Engineers: International Version, 2/E*. Pearson Higher Education.

Sieder, W., Seader, J.D. and Lewin, D.R. 1999. *Process Design Principles*. New York: John Wiley

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami sumber ralat dalam kaedah berangka. <i>Understanding the major sources of errors involved in numerical methods.</i>
2	Memahami kaedah pencarian punca dan proses pengoptimuman. <i>Understanding root finding and methods and optimization method.</i>
3	Memahami kaedah penyelesaian anu bagi sistem linear. <i>Understanding the methods for solving unknown of linear systems.</i>
4	Memahami teknik penyuaian lengkung bagi menerbit fungsi mudah. <i>Understanding curve-fitting techniques for deriving simple functions.</i>
5	Memahami kaedah penyelesaian bagi persamaan bezaan biasa (ODE). <i>Understanding the methods for solving ordinary differential equation (ODE).</i>

KKKR3523 Kejuruteraan Tindakbalas Kimia II
Chemical Reaction Engineering II

Kursus ini merangkumi kesan suhu dan tekanan kepada rekabentuk, operasi adiabatik dan tidak adiabatik, kesan aliran tak unggul, agihan masa mastatutin, model-model reactor tidak unggul, reactor berbilang fasa, tindakbalas gas bermangkin pepejal, reaktor lapisan terpadat

The course will cover effect of temperature and pressure on reactor design, adiabatic and non-adiabatic processes, non-ideal reactor, residence time distribution, model for non-ideal reactor, multiple phase reactors, solid catalysed gas phase reaction, packed bed reactor.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR2473 Chemical Reaction Engineering I

Pre-Requisite (if any) :

KKKR2473 Chemical Reaction Engineering I

Bacaan Asas:

References:

- M Fogler, H.S. 2005. *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-4, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Felder, R.M. 2000. *Elementary Principles of Chemical Processes*, Edisi ke-3, John Wiley New York.
- Missen, W.R. 1999. *Chemical Reaction Engineering and Kinetics*, John Wiley, New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*, Edisi ke-3, John Wiley, New York.
- Schmidt, L.D. 1998. *The Engineering of Chemical Reactions*, Oxford University Press.
- Shuler, M.L. & Kargi, F (2002) *Bioprocess Engineering : Basic Concept. 2nd Edition*, Prentice Hall
- Lee, J.M. (1992) *Biochemical Engineering, Englewood Cliff*, New Jersey; Prentice Hall

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menganalisa tindakbalas berbilang dalam reaktor CSTR, PFR dan PBR yang tidak sesuhu dan menentukan kepekatan sebagai fungsi kedudukan dan parameter operasi. <i>Analyse multiple reactions carried out in CSTRs, PFRs, and PBRs which are not operated isothermally in order to determine the concentrations as a function of position (PFR/PBR) and operating variables.</i>
2	Menganalisa mangkin, mekanisma pemangkinan dan kadar pembatas. <i>Analyse a catalyst, a catalytic mechanism and a rate limiting step.</i>

3	Menganalisa reaktor tidak unggul dan kaitannya dengan agihan masa mastautin. <i>Analyse non ideal reactor and its relation with residence time distribution.</i>
4	Menganalisa dan menyelesaikan kinetik pertumbuhan sel, penggunaan substrate dan oksigen dan penghasilan produk berasaskan stoikiometry dan model Monod <i>Analyse and solve kinetic of cells growth, substrate utilization, oxygen uptake and product formation based on stoichiometry and Monod model.</i>
5	Melakukan pengiraan imbangan bahan, menerbitkan persamaan reka bentuk untuk mode operasi bioreaktor yang berbeza. <i>Perform mass balance calculation, derive design equations for different mode of bioreactor operation</i>

KKKR3531 Makmal Kejuruteraan Kimia III ***Chemical Engineering Laboratory III***

Kursus ini bertujuan untuk melatih pelajar-pelajar kemahiran menyelesaikan masalah dengan menjalankan ujikaji-ujikaji lanjutan untuk bidang kejuruteraan kimia dan biokimia. Ia juga akan menguatkan lagi para pelajar dalam kemahiran komunikasi dan semangat kerja berkumpulan. Pelajar akan bekerja dalam kumpulan untuk menyediakan laporan makmal dan setiap kumpulan perlu membuatkan projek pembentangan makmal berkenaan salah satu hasil ujikaji makmal yang dipilih. Antara ujikaji-ujikaji yang dijalankan meliputi ujikaji lanjutan untuk tindakbalas kimia dalam reaktor, mekanik bendalir, proses penukaran haba, proses pengangkutan jisim dan haba, proses pemisahan dan pertumbuhan kulat.

The course is aimed to develop the student skill in problem solving by experimentation in the advanced area of chemical and biochemical engineering. It also will strengthen the communication skill and teamwork spirit of student. Each student will work in a team to prepare the laboratory report and each team is required to make a laboratory presentation project on one of the chosen topics. Among the advanced topics of experiments covered are chemical reaction in reactor, fluid mechanics, heat exchange process, mass and heat transfer, separation process and fungus growth.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:
References:

McCabe, WL. Smith, J.C dan Harriot P. 2007. *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw Interntional Edition New York.

Panduan Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia, Jab. Kej. Kimia dan Proses. 2004.

Pfeiffer W.S. 2003. *Technical Writing: A Practical Approach*, Prentice Hall (New Jersey).

Taylor, S. 2002. *Essential Communication Skills*, New York: Longman.

Shuler, M.L. dan Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concept*, Edisi ke-2, Prentice Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Pengetahuan berkenaan aspek-aspek keselamatan makmal ketika merancang kerja-kerja amali. <i>Knowledge on safety aspect when planning and working in the laboratory.</i>
2	Kefahaman tentang perancangan dan tatacara melakukan ujikaji, mendapatkan data, menganalisa data, mempersembahkannya dalam bentuk graf, jadual dan lain-lain. <i>Understanding on planning and running the experiments, obtaining and gathering data, analyzing data and presenting data in appropriate manners (graphs, tables and others).</i>
3	Keupayaan menulis laporan teknik dengan baik dan berkesan. <i>Ability to write good and effective reports.</i>
4	Kebolehan bekerjasama dalam kumpulan untuk merancang dan melakukan ujikaji makmal serta menganalisa data dan keputusan ujikaji makmal. <i>Ability to cooperate within the group to plan and run the experiment, and to analyze the experimental data and result.</i>
5	Kebolehan membuat pembentangan lisan secara efektif berkenaan pengetahuan dan hasil kerja amali secara berkumpulan. <i>Ability to deliver effectively the experimentation knowledge and results during oral presentation.</i>

KKKR3543 Proses Pemisahan I *Separation Processes I*

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan rekabentuk proses dan mekanisma bagi pemisahan yang biasa digunakan di industri kimia, petroleum dan petrokimia. Pelajar akan diperkenalkan kepada reka bentuk proses pemisahan berdasarkan konsep peringkat keseimbangan dan konsep kadar pemindahan jisim. Antara proses yang ditekankan termasuklah penyulingan, penyerapan, dan ekstraksi cecair-cecair. Kaedah pendek untuk sistem multikomponen juga akan diterangkan. Rekabentuk dalaman bagi turus berperingkat dan turus terpadat akan dihuraikan.

This course is intended to introduce process design and mechanism for separation processes that are commonly used in chemical, petroleum and petrochemical industry. Students will be introduced to the design of separations based on equilibrium stages and rate-based mass transfer. Among the processes that will be emphasized are distillation, absorption and liquid-liquid extraction. Short-cut method for multicomponent system will also be explained. Finally, internal designs for staged and packed column will be described.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia

KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II

Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Chemical ENgineering Principle

KKKR2383 Chemical Engineering Thermodynamic II

Bacaan Asas:

References:

Wankat, P. C. 2006. *Separation Process Engineering*, Edisi ke-2, New York: Prentice Hall.

Couper, J.R., Penney, W.R., Fair, J.R. & Walas, S.M. 2005. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*, Edisi ke-2, Oxford: Elsevier.

Seader, J. D. & Henley, E. J. 2005. *Separation Process Principles*. New York: John Wiley.

Geankoplis, C. J. 2003. *Transport Processes and Unit Operations*, Edisi Ke-4, Prentice Hall.

Perry, R. H. & Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*, Edisi ke-7, New York: McGraw Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kebolehan untuk menerangkan mekanisme pemisahan dalam turus berperingkat dan turus terpadat bagi proses-proses penyulingan, penyerapan dan ekstraksi cecair-cecair. <i>Ability to describe separation mechanism in staged column and packed column for distillation, absorption and liquid-liquid extraction processes.</i>

2	Kebolehan untuk melakukan reka bentuk proses bagi turus berperingkat dan turus terpadat bagi proses-proses penyulingan, penyerapan dan ekstraksi cecair-cecair. <i>Ability to carry out process design for plate and packed column for distillation, absorption and liquid-liquid extraction processes.</i>
3	Kebolehan untuk melakukan rekabentuk bahagian dalaman turus berperingkat dan turus terpadat. <i>Ability to carry out design for the column internals for both stage and packed columns.</i>
4	Kebolehan untuk memilih proses-proses pemisahan yang sesuai bagi aplikasi tertentu di industry. <i>Ability to select separation processes that are suitable for specific application in the industry.</i>

KKKR3583 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekular ***Biochemistry and Biomolecular Engineering***

Kursus ini memberi pengetahuan dan kefahaman tentang asas dan konsep biokimia serta metabolisme sel-sel biologi, yang perlu diketahui oleh jurutera yang terlibat dalam amalan berkaitan industri bioteknologi dan biokimia, disamping industri kimia, persekitaran, farmasiutikal dan kejuruteraan. Kursus ini memberikan pengukuhan kefahaman tentang prinsip-prinsip biokimia di tahap sel dan molekul termasuklah proses penghasilan protein, sifat-sifat enzim dan tindakbalas. Tumpuan diberikan kepada aspek-aspek yang berkaitan sifat-sifat kimia hayat, konsep dan kepentingan pH serta penimbal dalam penyenggaraan sistem biologi, struktur dan sifat biomolekul, metabolisme sel dan bioteknologi, biosintesis molekul serta pengawalan dan pengaturan genetik terhadap sistem sel dan biomolekul berkaitan. Beberapa aplikasi dalam penghasilan produk biologi, kejuruteraan biokimia dan farmaseutikal.

The course will provide knowledge and understanding on fundamental concept of biochemistry and metabolism in biological cells, which are needed for engineers involved in biotechnology and biochemical industries, as well as environmental, pharmaceutical, and chemical engineering. This course is aimed to strengthen the understanding on biochemical principles at cellular and molecular levels including production of protein, enzyme characteristic and its reactions. The course will emphasize relevant aspects of chemicals of life, concept and importance of pH and buffers in maintenance of biological systems, structure and properties of biological molecules and cellular metabolism, and bioenergetics, biosynthesis of molecules, as well as genetic control and regulations on the cellular and biomolecular systems. Application on production of bioproducts, biochemical engineering and pharmaceuticals will also be covered.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR2323 Biologi Sel untuk Jurutera

Pre-Requisite (if any):KKKR2323 *Cell Biology for Engineers***Bacaan Asas:****References:**

- Ninfa, A.J., Ballou, D. P., Benore, M. 2009. *Fundamental Laboratory Approaches for Biochemistry and Biotechnology*
- Voet, D., Voet., J.G. dan Pratt, C.W. 2008. *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level, Edisi ke-3, Wiley.*
- Ghasem D Najafpour, 2007. *Biochemical Engineering and Biotechnology*, Edisi ke-1, Elsevier B. V. Netherlands.
- Nelson, D.L. dan Cox. M. M. 2004. *Lehninger Principles of Biochemistry*, Edisi ke-4, USA: W. H. Freeman.
- Shuler, M.L., dan Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*, Edisi ke-2, Prentice Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Menerangkan kepentingan komponen kimia dalam sistem biologi. <i>Describe the important chemical components in the biological system.</i>
2	Menerangkan proses penghasilan enzim, persamaan tindakbalas dan kinetiknya. <i>Describe the production of enzymes, it's reaction and kinetics.</i>
3	Memahami perencatan enzim, jenis-jenis perencat dan kesannya ke atas pemalar kinetic enzim. <i>Understand enzyme inhibition, types of inhibitors and their effect on kinetic parameters.</i>
4	Menerangkan dan membezakan proses penjanaan tenaga yang melibatkan glikolisis, kitar Krebs, rantai respirasi, dan fermentasi. <i>describe and distinguish the energy generation processes which involve the glycolysis, Krebs cycle, respiration chain, and fermentation.</i>
5	Menerangkan proses biosintesis mikro dan makro molekul. Teknologi DNA, teknik rekombinan dan kaedah terkini bioteknologi <i>Describe the biosynthesis process of micro and macromolecules. DNA technology, recombinant DNA and latest technique in biotechnology</i>
6	Mengaplikasi dalam penghasilan produk biologi, Kejuruteraan Biokimia dan farmaseutikal <i>Apply in production of biological products, biochemical engineering and pharmaceutical-products</i>

KKKR3632 Makmal Bersepadu ***Integrated Laboratory (iLab©)***

Matlamat kursus bertujuan memperkenalkan pelajar konsep asas makmal melalui pendekatan yang lebih mencabar, berbeza daripada pengajaran makmal konvensional. Makmal asas bersepadu ialah gabungan diantara teori dan aplikasi daripada kursus wajib yang telah dipelajari seperti reka bentuk utiliti dan bekas tekanan, pemisahan, dinamik dan kawalan proses yang memberi kefahaman makmal yang lebih jelas. Ia juga akan menguatkan lagi para pelajar dalam kemahiran komunikasi dan semangat kerja berkumpulan. Pelajar akan bekerja dalam kumpulan untuk menyediakan laporan makmal dan setiap kumpulan perlu membuatkan projek pembentangan makmal berkenaan salah satu hasil ujikaji makmal yang dipilih.

The aim of the course is designed to introduce students to the basic concepts of laboratory through a more challenging approach, different from conventional laboratory teaching. Integrated basic laboratory is a combination between theory and application of compulsory courses that has been studied such as utility and pressure vessel design, separation, control and dynamic in order to provide a clearer understanding of related courses. It also will strengthen the communication skill and teamwork spirit of student. Each student will work in a team to prepare the laboratory report and each team is required to make a laboratory presentation project on one of the chosen topics.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References:

- Nota Keselamatan Bekerja di Makmal Kejuruteraan Kimia dan Biokimia. 2017. Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia.*
- Pfeiffer, W.S. 2010. Technical communication : A Practical Approach. 7th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.*
- American Institute of Chemical Engineers. 2011. Guidelines for process safety in bioprocess manufacturing facilities. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers Hoboken. Wiley-AIChE. New Jersey.*

Abulencia, J. Patrick. Open-ended problems : *a Future Chemical Engineering Education Approach. (online resource).*

Taylor, S. 2002. *Essential Communication Skills.* New York: Longman.

Shuler, M.L. dan Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concept, Edisi ke-2,* Prentice Hall.

Welty, J. R., Wicks, C. E. dan Wilson, R. E. 2001. *Fundamentals of momentum, heat and mass transfer, Edisi ke-4,* New York: New York.

Hasil Pembelajaran Kursus Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Pengetahuan berkenaan aspek-aspek keselamatan makmal ketika merancang kerja-kerja amali. <i>Knowledge on safety aspect when planning and working in the laboratory.</i>
2	Kefahaman tentang kaitan konsep/teori dengan ujikaji yang dijalankan. <i>Understanding on the concept/theory that has been learnt with the conducted experiment.</i>
3	Kefahaman tentang perancangan dan pengurusan ujikaji daripada segi keperluan bahan, kaedah/prosedur melakukan ujikaji dengan betul dan data mentah yang perlu diukur. <i>Understanding on planning and managing the experiment in terms of apparatus/material requirement, the correct experimental method/procedure, and raw data that needed to be measured.</i>
4	Kebolehan melakukan ujikaji dengan betul, menganalisa data mentah menggunakan kaedah yang bersesuaian dan menyampaikan maklumat yang telah dianalisa dalam format yang bersesuaian seperti graf, jadual dan lain-lain. <i>The ability to conduct the experiment according to the correct method/ procedure, to analyze the measured raw data using appropriate method and presented this analyzed information in the appropriate format such graphs, tables and others.</i>
5	Kebolehan untuk menulis dan menghasilkan laporan baik dan menepati objektif ujikaji menggunakan bahasa yang bersesuaian. <i>Ability to write and produce a good report that fulfils the experimental objective using appropriate language.</i>
6	Kebolehan bekerjasama dan bertoleransi dalam kumpulan untuk merancang dan melakukan ujikaji makmal serta menganalisa data dan keputusan ujikaji makmal. <i>Ability to cooperate and tolerate within the group to plan and run the experiment, and to analyze the experimental data and result.</i>
7	Kebolehan membuat pembentangan lisan secara efektif berkenaan pengetahuan dan hasil kerja ujikaji secara berkumpulan. <i>Ability to deliver effectively the experimental knowledge and results during oral presentation.</i>

KKKR3713 Dinamik dan Kawalan Proses ***Process Dynamic and Control***

Matlamat kursus bertujuan memperkenalkan pelajar konsep asas kawalan proses melalui pendekatan yang lebih mencabar, berbeza daripada pengajaran tradisional kawalan proses, dinamik dan kawalan proses disepadukan sebagai satu subjek yang terbukti beberapa tahun kebelakangan ini merupakan satu kaedah yang berkesan dalam membangun dan merekabentuk sistem kawalan proses yang memberi pengendalian loji yang lebeh senang, cekap dan selamat. Kursus ini juga akan menyediakan pengetahuan latarbelakang yang kukuh bagi pembangunan proses model dinamik dan kawalan proses dinamik untuk proses kimia dan biokimia.

The aim of this course is to introduce the basic concept of process control through a more challenging approach, different from traditional teaching of process control, where dynamics and process control is integrated as a subject which has proven for many years as an effective technique for developing and designing control system which is easy, efficient and safe to operate chemical plants. The course will also provide solid background knowledge for development of dynamic process model and control of dynamic process for chemical and biochemical processes.

Pra-Keperluan (jika ada) : Tiada
Pre-Requisite (if any) : *None*

Bacaan Asas :
References:

- Perry, R.H. & Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*. Ed. ke 7. New York: McGraw Hill.
- Smith, C. A. & Corripio, A. B. 1997. *Principales & Practice of Automatic Process*. Ed. ke 2. Toronto: John Wiley & Sons Inc.
- Luyben, W. L. 1990. *Process Modelling, Simulation, and Control for Chemical Engineers*. New York: Mc Graw Hill.
- Stepanoupoulos, G. 1984. *Chemical Process Control : An Introduction to Theory and Practice*. Englewood Cliff: Prentice Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Berkebolehan untuk menerbit perihalan matematik bagi sesuatu proses kimia dan biokimia yang diperlukan dalam rekabentuk sistem kawalan. <i>Ability to develop a chemical and biochemical processes model as per requirement to control system design.</i>
2	Berkebolehan menganalisis pelakuan dinamik sistem untuk sistem tertib pertama dan kedua <i>Ability to analyse dynamic behaviour of first and second order systems.</i>
3	Berkebolehan membentuk model matematik proses dalam bentuk yang lebih sesuai digunakan untuk merekabentuk pengawal. <i>Ability to transform mathematical model to more convenient form useful for designing controllers.</i>
4	Berkebolehan mengawal sesuatu proses kimia dan biokimia menggunakan kawalan suap balik. <i>Ability to design feedback controller for chemical and biochemical processes.</i>
5	Berkebolehan menggunakan perisian Matlab menyelesaikan masalah rekabentuk kawalan suapbalik <i>Ability to use Matlab software to solve design of feedback control.</i>
6	Berkebolehan menganalisis ciri kestabilan sistem suap balik. <i>Ability to analyse the characteristic stability of feedback control system.</i>
7	Berkebolehan menganalisis ciri kestabilan sistem suapbalik menggunakan analisis rangsangan frekuensi <i>Ability to analyse the characteristic stability of feedback control system. using frequency response technique</i>
8	Berkebolehan melakukan talaan pengawal suap balik dan mensaiz injap kawalan <i>Ability to tune feedback controller and size control valve.</i>
9	Berpengetahuan tentang peningkatan kawalan suapbalik <i>Know the enhancements to feedback control</i>
10	Berpengetahuan tentang rekabentuk sistem kawalan untuk proses kompleks bersepadu. <i>Know the design of controllers for integrated complex chemical processes</i>

KKKR3723 Reka Bentuk Utiliti dan Bekas Tekanan *Utility and Pressure Vessel Design*

Kursus ini mempunyai dua bahagian penting iaitu (1) rekabentuk utiliti dan (2) rekabentuk mekanik bekas tahanan. Bahagian pertama bertujuan untuk mendedahkan para pelajar kepada aspek-aspek rekabentuk sistem utiliti yang digunakan di dalam industri kimia dan biokimia seperti penukar haba kelompong dan tiub, pengeluwap, pengulang didih, pengewap, menara pendingin dan relau. Bahagian kedua kursus ini pula memberi penekanan kepada asas rekabentuk mekanik bekas tekanan bagi unit operasi dan utiliti yang terdapat di industri. Pelajar akan diperkenalkan kepada pengelasan bekas tekanan, prinsip-prinsip asas kekuatan bahan, pertimbangan rekabentuk

bekas tekanan mengikut kod ASME, rekabentuk gelang pengukuh, bebibir dan penyokong bekas, rekabentuk bekas dibawah beban majmuk dan penyediaan lukisan kejuruteraan untuk bekas tekanan. Di akhir kursus ini, pelajar dapat merekabentuk sistem utiliti, dan seterusnya melakukan rekabentuk mekanik bekas tekanan bagi unit operasi mahupun unit utiliti mengikut prosedur Kod ASME dengan betul.

This course has two important parts which are (1) the utility design, and (2) the mechanical design of pressure vessel. The first part aims to expose the students to the design aspects of the utility system used in the chemical and biochemical industry such as shell and tube heat exchanger, condenser, reboiler, evaporator, cooling tower and furnace. The second part of this course focuses on the basic mechanical design of the pressure vessel for the operation and utility units used in the industries. This part aims to elaborate and train students on the aspects of mechanical design and construction of pressure vessels according to the ASME (American Society of Mechanical Engineers) Code. The students are introduced with basic principles of material strength, design factors on pressure vessels, material selection, design criteria, flange, bolts, design of vessels subject to external pressure and combined loading, vessel supports, and engineering graphics on pressure vessels. At the end of this.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

- KKKR1113 Asas Kemahiran Kejuruteraan Kimia/
Essential Skills of Chemical Engineering
- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Principle
- KKKR1233 Sains dan Kejuruteraan Bahan/
Material Science and Engineering

Bacaan Asas:

References:

- Towler, G. & Sinott R.K. 2012. *Chemical Engineering Design Principle, Practice and Economic Of Plant and Process Design* . 2nd ed. New York: Elsevier Sc. And Tech.
- American Society of Mechanical Engineers. 2010. *Boiler and Pressure Vessel Code*. Section VIII, Div. I. New York: ASME.
- Coulson, J. M. & Richardson. J.F. 2009. *Chemical Engineering Design*. 5th ed. Oxford: Pergamon Press.

- Annaratone, D. 2007. *Pressure Vessel Design*. New York: Springer.
- Zeman, J. F. 2006. *Pressure Vessel Design: The Direct Route*. Oxford: Elsevier.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Sinnott, R.K. 2005. *Chemical Engineering Vol. 6: An Introduction to Chemical Engineering Design*. Oxford: Elsevier Butterworth Heineman.
- Moss, D. R. 2004. *Pressure Vessel Design Manual*. Ed. ke 3. Oxford: Gulf Professional Publishing.
- Wan Ramli Wan Daud. 2002. *Prinsip Rekabentuk Proses Kimia*. Institusi Jurutera Kimia Malaysia.
- Sinnott, R.K. 1994. Kejuruteraan Jilid 6. Wan Ramli Wan Daud (Penterjemah). Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Christie J. Geankoplis. 1993. *Transport Process and Unit Operations*. 3rd. Upper Saddle River. Prentice-Hall

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan menerangkan mekanisma pemindahan haba dan hubungannya dengan jenis-jenis utility <i>Ability to explain the mechanism of heat transfer and relates to type of utilities</i>
2	Berkebolehan untuk mereka bentuk pelbagai jenis penukar haba: penukar haba kelompang dan tiub <i>Ability to design different type of heat exchangers: shell and tube heat exchanger.</i>
3	Berkebolehan untuk mereka bentuk pemeluwap, pengulang didih dan pengewap pelbagai peringkat <i>Ability to design condenser, re-boiler and multistage evaporator.</i>
4	Kebolehan untuk mereka bentuk menara pendinginan dan relau <i>Ability to design cooling tower and furnace.</i>
5	Pengetahuan mengenai faktor-faktor reka bentuk dalam mereka bentuk sesuatu bekas tekanan: tekanan dan suhu reka bentuk, pemilihan bahan binaan, beban reka bentuk, peruntukan kakisan. <i>Able to explain design factors of process equipment construction: design pressure and temperature, materials selections, design loads, corrosion allowance.</i>
6	Kebolehan untuk menentukan ketebalan minimum dan tekanan kerja maksimum yang dibenarkan (MAWP) bagi bekas tekanan (selinder atau sfera) dan penutup bekas (hemisfera, torisfera, elipsoid dan kon) samada yang dikenakan tekanan dalaman atau luaran mengikut kod ASME. <i>Able to determine minimum practical wall thickness and maximum allowable working pressure (MAWP) of pressure vessels for shells (cylindrical or spherical) and heads (hemispherical, torispherical, ellipsoidal, and conical) under internal and external pressure according to ASME codes.</i>
7	Kebolehan mereka bentuk bekas tekanan yang dikenakan beban bergabung seperti beban berat mati, beban angin, beban seismik dan beban sipi. <i>Able to design pressure vessels under combined loadings of dead weight, winds, earthquake and torque.</i>

8	Kebolehan mereka bentuk penyokong bekas tekanan yang dikenakan beban majmuk dan bebibir bekas. <i>Able to design vessel supports and flange under multiple loadings.</i>
9	Kebolehan untuk menyediakan lukisan kejuruteraan yang lengkap bagi bekas tekanan. <i>Able to prepare mechanical engineering drawing for pressure vessels.</i>

KKKR3733 Proses Pemisahan II ***Separation Process II***

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan rekabentuk proses bagi pemisahan komponen yang terdapat dalam industri makanan, farmaseutikal, biotechnology dan industri kimia. Sebagai pendahuluan, ringkasan pengenalan kepada komposisi dan ciri fizikal bahan yang dituliskan terhadap kesesuaian operasi tertentu yang harus dipakai. Tahap biasa dalam biopemisahan merangkumi pemisahan bahan tidak larut, pengasingan produk, proses penulenan dan pemurnian, Penekanan terhadap mekanisma dan rekabentuk proses unit biasa dalam pemisahan pepejal-cecair seperti pemendakan, pengemparan dan penurasan akan dibuat. Untuk koloid, sel dan macromolekul, pemisahan bahan terlarut menggunakan membran oleh micropenurasan, ultrapenurasan and osmosis terbalik; kromatografi cecair and penjerapan akan diberi penekanan. Proses lain-lain termasuklah pemendakan, penghabluran dan pengeringan akan juga dibincangkan.

This course is intended to introduce process design for separation of components that are commonly found in food, pharmaceutical, biotechnology and chemical industry. In the introduction, a brief overview is given on composition and physical properties of the materials to be purified for most likely operation should be used. Typical stages in bioseparation will include separation of insolubles, isolation of product, purification and polishing. The emphasis on the mechanism and the process design of conventional unit in solid-liquid separation such as sedimentation, centrifugation and filtration will be covered. For colloids, cells and macromolecule, solute-solute separations using membrane by microfiltration, ultrafiltration and reverse osmosis; liquid chromatography and adsorption will be emphasized. Other processes include precipitation, crystallisation and drying will be also discussed.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan kimia/

Chemical Engineering Principle

KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II/

Chemical Engineering Thermodynamics II

Bacaan Asas:**References:**

- Harrison, R.G, Todd, P, Rudge S.R. & Petrides, D. P. 2003. *Bioseparations Science and Engineering*. New York: Oxford University Press
- Seader J. D. & Henley, E. J. 2005. *Separation Process Principles*. New York: John Wiley.
- Geankoplis, C. J. 2003. *Transport Processes and Unit Operations*, Edisi ke-4, Prentice Hall.
- Wankat, P. C. 2006. *Separation Process Engineering*, Edisi ke-2, New York: Prentice Hall.
- Ladisch, M. R. 2001. *Bioseparations Engineering: Principles, Practice, and Economics*. New York: John Wiley and Sons.
- Couper, J.R., Penney, W.R., Fair, J.R. & Walas, S.M. 2005. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*, Edisi ke-2, Oxford: Elsevier.
- Perry, R. H. & Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineers's Handbook*, Edisi ke 7, New York: McGraw Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman mengenai ciri fizikal dan mekanisma pemisahan dan menghubungkannya dengan jenis proses <i>Ability to understand physical properties of solutes component, separation mechanism that relates to type of process</i>
2	Kefahaman menerangkan dan mengenalpasti proses pemisahan fizikal, membran, penjerapan, kromatografi, penukaran ion, pengeringan, penghabluran dan pemendakan dan penggunaannya di industri. <i>Ability to explain and identify separation processes such as physical separations, membranes, adsorption, ion exchange, chromatography, drying and crystallization and their applications in industry.</i>
3	Kebolehan untuk mereka bentuk proses-proses pemisahan yang disebutkan di atas. <i>Ability to carry out design for the above mentioned separation processes.</i>
4	Kebolehan membuat keputusan mengenai pemilihan proses-proses pemisahan yang sesuai bagi aplikasi tertentu di industri <i>Ability to decide on the selection of separation processes that are suitable for specific application in the industry</i>

KKKR3743 Reka Bentuk Loji Terbantu Komputer Computer Aided Plant Design

Kursus ini memperkenalkan kaedah komputeran lanjutan dan aplikasinya bagi penyelesaian kejuruteraan kimia dan biokimia. Ia memberikan pendedahan secara praktikal kepada konsep asas dan teknik penyelesaian penyelaku proses dalam bidang kejuruteraan biokimia dan kimia menggunakan HYSYS® iCON® dan SuperPro® untuk tujuan rekabentuk proses, perancangan dan penjadualan. Topik-topik yang dibincangkan dalam kursus ini merangkumi penyelakuan mantap dan dinamik proses kejuruteraan kimia dan biokimia. Di samping itu, penyelakuan yang lebih kompleks and termaju dengan menggunakan kemampuan pengembangan perisian penyelakuan turut dibincangkan.

The course introduces students to advanced computational methods and their application to common chemical and biochemical engineering problems. It provides a practical introduction to basic concepts, tools and techniques of common process simulator in chemical and biochemical engineering using HYSYS® iCON® and SuperPro® for process design, planning and scheduling. The course also cover steady state and dynamic simulation of chemical and biochemical processes as well as utilization of extensibility features of process simulator for a more advance simulation.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR2383 Termodinamik Kejuruteraan Kimia II

Pre-Requisite (if any):

KKKR2383 *Chemical Engineering Thermodynamic II*

Bacaan Asas:

References:

- Biegler, L. T., Grossmann, E. I. & Westerberg, A. W. 1997. *Systematic Methods of Chemical Process Design*, London: Prentice-Hall International.
- Douglas, J. M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Processes*, New York: McGraw-Hill.
- Seider, W., Seader, J. D., Lewin, D. R. & Widagdo, S. 2008. *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design*, Edisi ke-3, New York: John Wiley.
- Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B. & Shaeiwitz, J. A. 1998. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
- iCON® User Manual, 2008 Superpro® User Manual, 2008.

Hasil Pembelajaran Kursus Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman tentang tanggungjawab jurutera biokimia dan kimia dalam mereka bentuk loji kejuruteraan biokimia dan kimia <i>Understanding of the role and responsibility of biochemical and chemical engineers in the design of biochemical and chemical engineering plants</i>
2	Kebolehan untuk mereka bentuk loji kejuruteraan kimia menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti HYSYS® and iCON® <i>Ability to design chemical engineering plants using standard process simulator such as HYSYS® and iCON®</i>
3	Kebolehan untuk mereka bentuk loji kejuruteraan biokimia menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti SuperPro® <i>Ability to design biochemical engineering plants using standard process simulator such as SuperPro®</i>
4	Kebolehan untuk menyelaku loji kejuruteraan kimia dan biokimia dalam keadaan mantap dan dinamik <i>Ability to simulate engineering plants in steady state and dynamic mode</i>
5	Kebolehan untuk menjadualkan proses sesekumpul <i>Ability to perform scheduling sequence for batch processes.</i>
6	Kebolehan menggunakan kemampuan pengembangan perisian penyelaku proses <i>Ability to utilize process simulator extensibility features of process simulator for advance simulations</i>

KKKR4742 Projek Ilmiah I **Research Project I**

Projek Ilmiah I merangkumi kajian kepustakaan, persediaan dan kajian awal serta penulisan laporan tentang tajuk penyelidikan yang dipilih; yang berkaitan dengan bidang kejuruteraan biokimia dan proses. Projek penyelidikan yang dijalankan akan diteruskan dalam KKKR4874 (Projek Ilmiah II). Setiap pelajar akan dibimbing oleh sekurang-kurangnya seorang penyelia.

Research Project I covers literature review, preparation and initial research as well as report writing of chosen research topic; related to chemical and biochemical process engineering. Research project will be continued in KKKR4874 (Research Project II). Every student will be supervised by at least one supervisor.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Principles,

KKKR1253	Termodinamik Kejuruteraan Kimia I/ <i>Chemical Engineering Thermodynamics I,</i>
KKKR2363	Mekanik Bendalir/ <i>Fluid Mechanics,</i>
KKKR2473	Kejuruteraan Tindak Balas Kimia I/ <i>Chemical Reaction Engineering I,</i>
KKKR2463	Pemindahan Haba dan Jisim/ <i>Mass and Heat Transport,</i>
KKKR3543	Proses Pemisahan I/ <i>Separation Processes</i>

Bacaan Asas:***References:***

- Bell, J. and Waters, S. (2013). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers*, Berkshire: Open University Press.
- Fisher, A. (2001). *Critical Thinking: An introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sulaiman Masri (2005). *Kaedah penyelidikan dan panduan penulisan: esei, proposal, tesis*, Kuala Lumpur :Utusan Publication & Distributor.
- Pfeiffer W.S. (2003), *Technical Writing: A Practical Approach*, New Jersey: Prentice Hall.
- Taylor, S. (2002). *Essential Communication Skills*, New York: Longman.

Hasil Pembelajaran Kursus***Course Learning Outcomes***

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami proses penyelidikan dalam kejuruteraan kimia. <i>Understanding on chemical engineering research process.</i>
2	Berkebolehan menganalisis isu dan masalah dalam bidang penyelidikan. <i>Ability to analyse issues and problems in research area.</i>
3	Berkebolehan mereka bentuk kaedah uji kaji bagi menyelesaikan masalah penyelidikan. <i>Ability to design experimental methodology for solving research problem.</i>
4	Berkebolehan menulis laporan teknikal berpandukan format dan tanpa unsur plagiat. <i>Ability to write technical report based on format and without plagiarism.</i>
5	Berkebolehan mempersembahkan hasil penyelidikan dalam bentuk pembentangan lisan. <i>Ability to present research outcomes in the form of oral presentation.</i>
6	Berkebolehan mendapatkan maklumat penyelidikan dan rujukan bermutu. <i>Ability to access research information and quality references.</i>
7	Berkebolehan mengurus projek penyelidikan dengan teratur. <i>Ability to orderly manage research project.</i>

KKKR4743 Keselamatan Industri ***Industrial Safety***

Kursus ini memberikan tumpuan terhadap kaedah mengenalpasti bahaya dan menganalisis serta menganalisis risiko yang timbul dari bahaya. Pelbagai kaedah pencegahan dan kawalan juga turut diperkenalkan. Selain itu, peruntukan perundangan berkaitan keselamatan industri serta agensi-agensi kerajaan akan dikenalpasti bagi menjelaskan tanggungjawab majikan dan pekerja terhadap keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

This course focuses on methods to identify hazards and analyze and evaluate the their adverse effects. Students will also be introduced to various methods of preventive and control against hazards. The national legislations on occupational safety and health and the regulations will be introduced to students to explain the responsibilities of the employer and employees in maintaining the safety and health of workers.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite: *None*

Bacaan Asas:
References:

- Brauer, R.L. 2006. *Safety and Health for Engineers, 2nd Ed.*, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Flemmeing, D.O. & Hunt, D. L, 2006. *Biological Safety: Principles and Practices*. Washington :American Society for Microbiology.
- Goetsch, D.L. 2005. *Occupational Safety and Health for Technologist, Engineers and Managers, 5th Ed*. New Jersey: New Jersey: Pearson Education Inc.
- Asfahl, C.R. 2004. *Industrial Safety and Health Management, 5th Ed*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Crowl, D.A. & Louvar, J.F. 2001. *Chemical Process Safety – Fundamentals with Applications, 2nd Ed*. New Jersey: Prentice Hall
- Marshall, V. & Ruheman, S. 2001, *Fundamentals of Process Safety*. Rugby: IChemE, UK.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Pemahaman mengenai asas dalam pengurusan keselamatan dalam industri proses. <i>Understand the fundamentals of safety management in process industry.</i>
2	Pemahaman mengenai konsep system berisiko dan keselamatan inheren. <i>Understand the concept hazard system and inherent safety.</i>
3	Berkebolehan mengenalpasti risiko industri menggunakan pelbagai kaedah pencaman risiko pada pelbagai peringkat pembangunan loji process. <i>Able to identify industrial hazards using various hazard identification methods at various stages of a process plants development.</i>
4	Berkebolehan untuk menilai risiko di tempat kerja dan menghindarkan atau mengurangkan kesan buruk hazard secara efektif. <i>Able to assess risk at the work place and to eliminate or reduce the adverse effects of the hazards effectively.</i>
5	Memahami pelbagai kaedah pengawalan risiko (system kawalan kejuruteraan dan kawalan pentadbiran) dan perundangan keselamatan di tempat kerja. <i>Understands various methods of hazard control (engineering control and administrative control) and safety legislation at work place.</i>

KKKR4752 Analisis Ekonomi Proses ***Analysis of Process Economics***

Kursus ini bertujuan untuk memperkenalkan analisis secara sistematik ke atas kos dan keuntungan berkaitan dengan projek-projek teknikal dalam kejuruteraan kimia. Pelajar akan didedahkan dengan konsep nilai masa untuk wang, kaedah aliran tunai terdiskaun, susut nilai, inflasi dan percukaian. Ini akan membolehkan pelajar mampu membuat keputusan mengenai penggunaan wang sebagai kapital dalam projek-projek berkaitan teknologi dan kejuruteraan. Pelajar akan menyelesaikan masalah-masalah ekonomi yang melibatkan perbandingan dan pemilihan alternatif dengan menggunakan pelbagai kaedah seperti analisis nilai kini, analisis nilai tahunan, analisis nilai hadapan, analisis kadar keuntungan, nisbah kos-keuntungan, analisis sensitiviti dan pulang modal, dan analisis tempoh bayar balik.

This course is meant to introduce systematic analysis of the costs and benefits associated with technical projects in chemical engineering. The student will be exposed to the concepts of the “time value of money”, the methods of discounted cash flow, depreciation, inflation and tax. Students are prepared to make decisions regarding money as capital within a technological or engineering environment. Student will solve economic problems involving

comparison and selection of alternatives by using variety of analytical techniques including present worth analysis, annual worth analysis, future worth analysis, rate of return analysis, benefit-cost ratio, sensitivity and breakeven analyses, and payback period analysis.

Pra-Keperluan (jika ada) Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References:

- Park, C.S. 2012, *Fundamentals of Engineering Economics, 3rd Edition*, Prentice Hall.
- Newman, D.G., Eschenbach, T.G. & Lavelle, J.P. 2012. *Engineering Economic Analysis*. New York: Oxford University Press.
- Blank, P.E. & Tarquin, A. 2011. *Engineering Economy*. McGraw Hill Higher Education
- Hartmann, J.C. 2006. *Engineering Economy and the Decision-Making Process*, Prentice Hall.
- Peter & Timmerhaus, 2003, *Plant Design & Economics for Chemical Engineers*, Edisi ke-5, McGraw-Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Menerangkan konsep-konsep asas berkaitan pengurusan wang dalam projek-projek teknikal. <i>Ability to explain basic concepts related to management of money on technical projects.</i>
2	Melakukan analisa nilai ekonomi sesebuah projek teknikal berkaitan Kejuruteraan kimia <i>Ability to analyse the economic value of technical project related to chemical engineering.</i>
3	Melakukan perbandingan dan kesetaraan ekonomi projek-projek alternatif <i>Ability to compare and determine the economic equivalence of alternative projects.</i>
4	Memahami faktor-faktor ekonomi dalaman alisis projek dan mampu membuat keputusan <i>To demonstrate understanding on the economic factors in technical project and to make economic decisions</i>

KKKR4774 Projek Reka Bentuk Loji Proses I ***Process Plant Design Project I***

Kursus ini merupakan bahagian pertama daripada dua bahagian kursus rekabentuk loji. Objektif kursus ini adalah menyediakan arena untuk pelajar menggunakan ilmu yang telah diperoleh untuk menghasilkan reka bentuk secara keseluruhan sebuah loji proses. Untuk bahagian permulaan ini, pelajar dikehendaki melakukan kajian ketersauran bagi projek yang ditentukan. Pelajar akan dibahagikan kepada beberapa kumpulan yang setiap satu akan diselia oleh seorang atau lebih pensyarah atau penyelia. Tiap-tiap kumpulan dikehendaki seolah-olah bekerja sebagai jurutera-jurutera projek. Reka bentuk yang dihasilkan hendaklah merangkumi aspek-aspek reka bentuk kejuruteraan kimia, reka bentuk mekanik alat-alat pemprosesan, kawalan proses, keselamatan proses, kesedaran berkenaan Amalan Pengilangan Yang Baik, kawalan pencemaran dan rawatan bahan buangan dan ekonomi proses.

This is the first part of a two part Process Plant Design Courses. The objective of the course is to provide a platform for the students to apply their acquired knowledge in chemical engineering field to design a complete chemical plant. In this initial stage the students are required to perform a conceptual design of a chemical plant according to the given project. The students will be divided into several groups and each group will be guided by one or more appointed lecturers or supervisors. The students are expected to work as if they were already a project engineer in a real company. The final design should include all aspects of chemical engineering plant designs such as process design, process safety, process control, and awareness on Good Manufacturing Practices (GMPs), contamination control, waste treatment and process economic.

Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-Requisite (if any)* :

- KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Principles,
- KKKR1253 Termodinamik Kejuruteraan Kimia I/
Chemical Engineering Thermodynamics I,
- KKKR2363 Mekanik Bendalir/ *Fluid Mechanics,*
- KKKR2473 Kejuruteraan TindakBalas Kimia I/
Chemical Reaction Engineering I,
- KKKR2463 Pemindahan Haba dan Jisim/
Mass and Heat Transport,
- KKKR3543 Proses Pemisahan I/ *Separation Processes I*

Bacaan Asas:**References:**

- Towler, G. & Sinnott, R. 2013. *Chemical Engineering Design : Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, 2nd Ed. Butterworth-Heinemann, USA.
- Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B. & Shaeiwitz, J.A. 2012. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*, 4th Ed., Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Crowl, D.A. & Louvar, J.F. 2011. *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*, 3rd Ed., Prentice Hall Inc., New Jersey, USA.
- Peters, M., Timmerhaus, K. & West, R. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th Ed., McGraw-Hill, New York.
- Daud, W.R.W., Salihon, J., Bulat, K.H.K., Abdullah, N. & Rahman, R.A. (pent.) 1993. *Kejuruteraan Kimia: Reka Bentuk*, Dewan Bahasa & Pustaka, Kuala Lumpur.
- Douglas, J.M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Process*, McGraw-Hill, New York.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kebolehan menggunakan teori kejuruteraan kimia/biokimia dan pengiraan matematik untuk melakukan rekabentuk loji dan alat unit operasi. <i>Ability to use chemical/biochemical and mathematical calculation to perform plant and unit operation design.</i>
2	Kebolehan untuk menyelidik literatur dan menganalisa masalah berkaitan rekabentuk loji. <i>Ability to research literature and analyse problems related to plant design</i>
3	Kebolehan merekabentuk unit alat operasi yang mematuhi aspek keselamatan dan kesihatan, dan persekitaran. <i>Ability to design unit operation that meet specified needs for public health and safety and environmental considerations.</i>
4	Kebolehan merekabentuk loji menggunakan data dan maklumat dari teknologi sedia ada dan kajian literatur, dan membuat rumusan. <i>Ability to perform plant design based on information and data from existing technology and literature review and provide conclusions</i>
5	Menggunakan perisian kejuruteraan untuk lukisan dan kerja simulasi untuk melaksanakan kerja rekabentuk dan analisa aspek keselamatan. <i>Using engineering softwares to perform drawing and process simulation work to execute design work and safety aspect.</i>

6	Kebolehan untuk menilai dan mencadangkan kawalan proses loji yang selamat dan mematuhi undang-undang sedia ada. <i>Ability to evaluate and propose the suitable plant process control which meet safety and legal requirement.</i>
7	Kebolehan untuk menilai kesan rekabentuk loji ke atas persekitaran dan pembangunan lestari, dan mencadangkan rawatan sisa yang sesuai. <i>Ability to evaluate the effect of plant design on environment and sustainable development, and propose a suitable waste treatment method.</i>
8	Beretika dan bertanggungjawab terhadap penyelia dan ahli kumpulan . <i>Being ethical and responsible to team members and supervisors.</i>
9	Berkebolehan berkomunikasi secara lisan dan bertulis dengan berkesan untuk penyampaian dan pelaksanaan rekabentuk loji. <i>Ability to communicate and writing effectively on delivering and executing the plant design work.</i>
10	Berkebolehan berkerja sebagai individu, ahli atau ketua dalam kumpulan . <i>Ability to work effectively as an individual, and as a member or leader in teams.</i>
11	Berkebolehan mengenalpasti keperluan pelbagai bahan dan sumber rujukan rujukan yang sesuai untuk melaksanakan projek reka bentuk. <i>Ability to recognise the suitable sources and references to execute plant design project work.</i>
12	Berkebolehan untuk menjalankan analisis ekonomi loji untuk pengurusan dan keberuntungan rekabentuk loji. <i>Ability to perform plant economic analysis for good profitability and plant management</i>

KKKR4793 Reka Bentuk Loji Proses ***Process Plant Design***

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan prinsip reka bentuk proses kimia yang membolehkan pelajar mereka-bentuk loji proses kimia dan bio-kimia yang lengkap. Kursus ini membincangkan prinsip reka bentuk proses yang terdiri daripada sintesis proses iaitu gaya kendalian, suapan dan hasil, kitaran semula dan pembuangan, pemilihan reaktor/bioreaktor, sistem pemisahan cecair dan gas/wap, reka bentuk pantas alat, perpaipan dan sistem kawalan proses; analisis proses iaitu imbalan jisim dan tenaga menggunakan perisian terbantu komputer dan penyediaan rajah aliran proses, paip dan instrumentasi dan susun atur loji. Ia juga akan memperkenalkan konsep penyepaduan tenaga dan jisim.

This course introduces the conceptual design of a chemical and biochemical plant. It discusses on the core procedure on plant design that includes the process synthesis like mode of operation, feed and product stream, recycle and purge stream, selection of reactor/bioreactor, liquids and vapor separation units, short-cut design method, piping and control system, analysis on heat and mass balance using computer aided design, process flow diagram, piping and instrumentation diagram, plant layout. It will also introduces the concept of heat integration and waste minimization.

Pra-Keperluan (jika ada) / Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Principles

Bacaan Asas:**Reference:**

- Towler, G. & Sinott, R. 2013. *Chemical Engineering Design Principle, Practice and Economic of Plant and Process Design* .2nd ed. Oxford: Elsevier.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D. & West, R.E. 2004. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Singapore: McGraw-Hill.
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*. England Wiley.
- Biegler, L.T., Grossmann, E.I. & Westerberg, A.W. 1997. *Systematic Methods of Chemical Process Design*. London: Prentice-Hall International.
- Douglas, J.M. 1988. *Conceptual Design of Chemical Processes*. New York: McGraw-Hill.
- Coulson, J.M. & Richardson, J.F. 1983. *Kejuruteraan Kimia Jilid 6: Reka Bentuk*, (terjemahan Daud, W.R.W., Salihon, J., Hamid, K.H.K., Abdullah, N. & Rahman, R.A.). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami tatacara asas konsep reka bentuk loji <i>Understanding the basic procedures for conceptual design of chemical process plant.</i>
2	Kebolehan melakukan reka bentuk ketersauran untuk sesebuah loji <i>Ability to perform a feasibility study for process plant</i>
3	Berkebolehan untuk mereka bentuk konsep loji dengan selamat menggunakan fungsi keupayaan ekonomi <i>Ability to conceptually design a chemical process plant</i>
4	Kebolehan menyedaikan rajah alir proses dan melakukan imbalan jisim dan haba. <i>Ability to perform process flow diagram, mass balance and heat balance and plant layout.</i>
5	Kebolehan melakukan penyepaduan haba dan jisim untuk sesuatu loji process <i>Ability to carry out heat and mass integration for process plant</i>

KKKR4873 Kawalan Pencemaran dan Pengeluaran Bersih
Pollution Control and Cleaner Production

Matlamat kursus ini ialah member pengetahuan, kefahaman dan pengalaman praktikal dalam aspek Pengeluaran Bersih dan Kawalan Pencemaran supaya pelajar dapat memperolehi kemahiran untuk

mengendali dan mengurus sesuatu loji dengan selamat. Pelajar akan diperkenalkan kepada kaedah-kaedah pengeluaran bersih supaya dapat membuat keputusan yang sesuai untuk menjimatkan sumber dan memastikan proses yang digunakan atau direkabentuk tidak mencemarkan alam. Pelajar juga akan diperkenalkan kepada undang-undang mengenai kawalan pencemaran, samaada peraturan di Malaysia dan antarabangsa. Di samping didedahkan kepada kaedah-kaedah perawatan sisa, pelajar juga diberi pengalaman praktikal dalam pensampelan, analisis dan pengurusan di loji, pengurusan sisa terjadual dan sisa pepejal dan lain-lain.

This course aims to impart knowledge, understanding and practical experience in pollution control and cleaner production (CP) so that students could gain skill to operate and manage a plant in a safe way. Students would be introduced to CP methods so that they could make the right decision to save resources and to make sure that the process used or designed is environmentally safe. Students would be exposed to the environmental laws and legislation in Malaysia and international. Apart from that, students would also be exposed to waste treatments systems, practical sampling and analysis, plant management, solid waste and schedule waste management etc.

Pra-Keperluan (jika ada) / Pre-Requisite (if any) :

KKKR1123 Prinsip Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Principles

Bacaan Asas:

References:

- Lembaga Penyelidikan Undang-Undang, *Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974* (Akta 127), *Peraturan-Peraturan & Perintah-Perintah, Hingga 1st Mac 2014*, International Law /book Services.
- Metcalf dan Eddy. 2014. *Wastewater Engineering, Treatment and Resource Recovery*, McGraw Hill Education.
- Davis, M.L. dan Cornwell, D.A. 2013. *Introduction to Environmental Engineering*, McGraw Hill International.
- Masters, G.M. dan Ela, W.P. 2008. *Introduction to Environmental Engineering and Science*. Pearson International Edition.
- Bahu, R., Crittenden, B. dan O'Hara, J. 1997. *Management of process industry waste*. Icheme UK.
- Nemerow, N.L. 1995. *Zero pollution industry*. Wiley Interscience.

Henry, J. G. & Heinke, G.W. 1989. *Environmental science and engineering*. Prentice Hall.

Peavy, H.S., Rowe, D.R. dan Tchonglous, G. 1985. *Environmental engineering*. McGraw Hill.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Pengetahuan mengenai alam sekitar serta kepentingan kawalan pencemaran dan pengeluaran bersih di industri pemprosesan <i>Knowledge of environment, importance of cleaner production and pollution control in process industries.</i>
2	Kefahaman mengenai aspek perundangan di Malaysia serta dunia berkaitan dengan pengurusan sisa dan pengeluaran bersih. <i>Understanding of environmental regulations for national and international levels, notably with respect to waste management and cleaner production.</i>
3	Pengetahuan mengenai pengeluaran bersih, teknologi hijau di berbagai proses dan industri. <i>Knowledge and understanding of cleaner production (CP), green technology for various types of processes and industries.</i>
4	Kebolehan mengaudit sisa dan pengeluaran bersih serta sisa minima. <i>Ability to carry out waste and CP audit and waste minimisation.</i>
5	Kebolehan mereka bentuk proses kawalan pencemaran (air, gas, pepejal). <i>Ability to carry out pollution control process design (water, gas, solid).</i>
6	Kebolehan mengurus sisakimia, kimia berbahaya (sisa pepejal) dan sisa gas <i>Ability to manage of chemical sludges and hazardous waste (Solid wastes and gas waste.</i>

KKKR4852 Projek Reka Bentuk Loji Proses II ***Process Plant Design Project II***

Kursus ini merupakan bahagian kedua dari kursus rekabentuk loji proses. Setelah kajian ketersauran dan rekabentuk konsep loji proses diselesaikan, pelajar dikehendaki memperincikan dan menyelesaikan kerja rekabentuk tersebut. Pelajar dikehendaki meneruskan sebagai sebahagian daripada kumpulan yang ditetapkan yang diselia oleh penyelia atau pensyarah yang sama. Reka bentuk yang dihasilkan hendaklah merangkumi aspek-aspek reka bentuk kejuruteraan kimia, reka bentuk mekanik alat-alat pemprosesan, kawalan proses, keselamatan proses, kawalan pencemaran dan rawatan bahan buangan, amalan perkilangan baik (GMP) dan ekonomi proses.

This is the second part of the Process Plant Design course. After completing the feasibility studies and the conceptual design of the chemical process plant, the students are required to complete and finalise

their work. The students will continue to be a member of their designated group in the previous design course and will still be guided by the same supervisor or lecturers. The final design components should include all aspects of chemical engineering plant design such process design, process safety, process control, contamination control and waste treatment, good manufacturing practice (GMP) and process economy.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR4774 Projek Reka Bentuk Loji Proses I/
Process Plant Design Project I

Bacaan Asas:

References:

- Towler, G. & Sinnott, R., 2013. *Chemical Engineering Design : Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, 2nd Ed. USA : Butterworth-Heinemann.
- Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B. & Shaeiwitz, J.A., 2012, *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*, 4th Ed., New Jersey, USA :Prentice Hall.
- Peters, M., Timmerhaus, K. & West, R., 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th Ed., New York : McGraw-Hill.
- Daud, W.R.W., Salihon, J., Bulat, K.H.K., Abdullah, N. & Rahman, R.A. (pent.), 1993, *Kejuruteraan Kimia :Reka Bentuk*, Kuala Lumpur : Dewan Bahasa & Pustaka.
- Douglas, J.M., 1988.*Conceptual Design of Chemical Process*, McGraw-Hill, New York.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman mengenai tugas-tugas mereka bentuk sesebuah loji <i>Understanding on the task in plant design.</i>
2	Kebolehan bekerja secara berkumpulan dalam menyelesaikan rek abentuk loji <i>Ability to work in group in order to solve problems involve in plant design.</i>
3	Kebolehan mengintegrasikan reka bentuk yang merangkumi aspek-aspek reka bentuk kejuruteraan kimia, reka bentuk mekanik alat-alat pemrosesan, kawalan proses, keselamatan proses, kawalan pencemaran dan rawatan bahan buangan dan ekonomi proses. <i>Ability to integrate design that covers aspects of chemical engineering design, process safety, process control, contamination control and waste treatment; and process economy.</i>

4	Kebolehan membentangkan laporan hasil kajian <i>Ability to present the final study report.</i>
5	Kebolehan menulis laporan untuk mendokumentasikan hasil kajian <i>Ability to write a report for the documentation of the final study.</i>

KKKR4853 Pemodelan Proses dan Simulasi Berangka ***Process Modeling and Numerical Simulation***

Kursus ini memperkukuhkan pengetahuan berkaitan asas pemodelan proses dan kaedah berangka dengan mengaplikasikan terhadap sistem kimia dan biokimia mantap dan tidak mantap. Ia memberikan pengenalan secara praktikal terhadap model proses dengan memberikan penekanan terhadap pembangunan model-model proses mantap dan tidak mantap berdasarkan prinsip-prinsip asas kejuruteraan serta aplikasi kaedah berangka termaju bagi menyelesaikan permasalahan kejuruteraan, rekabentuk dan saintifik yang sering ditemui pada sistem kimia dan biokimia.

This course consolidate the accumulated knowledge of process modeling fundamentals and numerical solution techniques by applying them to a wide variety of steady as well as dynamic, chemical, and biochemical Systems. It provides a practical introduction to basic concept of process model and emphasize the development of steady state and dynamics processmodels from the first-principle and application of advance numerical techniques to solve engineering, design and scientific problems encountered in chemical, and biochemical systems.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):

KKKR3522 Perkomputeran Kejuruteraan Kimia/
Chemical Engineering Computation

Bacaan Asas:

References:

- Chapra, S.C, 2005. *Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and scientist*, Kuala Lumpur
- Chapra, S.C. & Canale, R.P, 2003. *Numerical methods for Engineers*, Kuala Lumpur : McGraw Hill,.
- Bird, R.B., Stewart, W.E. & Lightfoot, E.N. 2002. *Transport Phenomena*, John Wiley, Singapore
- Bequette, B. W. 1998. *Process Dynamics - Modeling, Analysis and Simulation*, Singapore : Pentice Hall,

Rice, R.G. & Do, D.D. 1995. *Applied mathematics and modeling for chemical Engineers*, John Wiley, Singapore.

Luyben, W.L. 1990. *Process Modeling, Simulation And Control For Chemical Engineers*, 2ed, McGraw Hill

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Mendefinisikan model proses and kegunaannya untuk menanalisis proses kimia dan biokimia <i>Define process model and its aplication for analyzing chemical and biochemical processes.</i>
2	Membangun pelbagai hireaki model proses mantap dan tidak mantap <i>Develop various hierarchy of steady state and dynamics process models from the first principle.</i>
3	Mengenalpasti dan mengaplikasikan keadah berrangka yang sesuai untuk menyelesaikan model proses dan menganalisis prestasi proses <i>Identify and apply appropriate numerical methods for solving process model and analyzing process performance.</i>
4	Menggunakan perisian pengaturcara dan perisian rekabentuk terbantu komputer untuk menanalisis proses kimia dan biokimia. <i>Utilized computer programing and computer aided design software for modeling and analyzing chemical and biochemical processes.</i>

KKKR4874 Projek Ilmiah II ***Research Project II***

Projek Ilmiah II adalah penerusan tugas yang telah dijalankan dalam KKKR4732, dan kursus ini melibatkan kerja-kerja amali dan/atau pemodelan, analisis data, perbincangan dan kesimpulan hasil penyelidikan. Pelajar akan didedahkan berkenaan penulisan manuskrip dan perlu menulis tesis dan membenteng hasil penyelidikan di hujung semester.

Research Project II is the continuation of the investigation works that has been performed in KKKR4732. This course involves experimental and/or modelling works, data analysis, discussion and summary of the research results. Students are exposed to the manuscript and thesis writing and the students must present their research works at the end of the semester.

Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-Requisite (if any):*

KKKR4742 Projek Ilmiah I/ *Research Project I*

Bacaan Asas:**References:**

- Bell, J. and Waters, S. (2013). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers, Berkshire*: Open University Press.
- Fisher, A. (2001). *Critical Thinking: An introduction. Cambridge*: Cambridge University Press.
- Sulaiman Masri (2005). *Kaedah penyelidikan dan panduan penulisan: esei, proposal, tesis, Kuala Lumpur* :Utusan Publication & Distributor.
- Pfeiffer W.S. (2003), *Technical Writing: A Practical Approach*, New Jersey: Prentice Hall.
- Taylor, S. (2002). *Essential Communication Skills*, New York: Longman.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami proses penyelidikan dalam kejuruteraan kimia. <i>Understanding on chemical engineering research process.</i>
2	Berkebolehan menganalisis isu dan masalah dalam bidang penyelidikan. <i>Ability to analyse issues and problems in research area.</i>
3	Berkebolehan mereka bentuk kaedah uji kaji bagi menyelesaikan masalah penyelidikan. <i>Ability to design experimental methodology for solving research problem.</i>
4	Berkebolehan mengendalikan eksperimen dan menganalisa data. <i>Ability to conduct experiments and to perform data analysis.</i>
5	Berkebolehan menulis laporan teknikal berpandukan format dan tanpa unsur plagiat. <i>Ability to write technical report based on format and without plagiarism.</i>
6	Berkebolehan mempersembahkan hasil penyelidikan dalam bentuk pembentangan lisan. <i>Ability to present research outcomes in the form of oral presentation.</i>
7	Berkebolehan bekerja secara individu dalam penyelesaian masalah penyelidikan. <i>Ability to work individually in solving research problems.</i>
8	Berkebolehan mendapatkan maklumat penyelidikan dan rujukan bermutu. <i>Ability to access research information and quality references.</i>
9	Berkebolehan mengurus projek penyelidikan dengan teratur. <i>Ability to orderly manage research project.</i>

KKKR5812 Bioteknologi Mikrob dan Sel Lanjutan ***Advanced Cell and Microbial Biotechnology***

Kursus ini akan menjelaskan tentang perkembangan bidang bioteknologi termaju dan terkini dalam industri bioproses dan bioteknologi. Kefahaman akan diberikan tentang perkembangan produk industri bioteknologi moden daripada sel-sel biologi, yang menggunakan teknologi DNA rekombinan. Konsep penghasilan biomolekul aktif melalui fermentasi dan kultur sel secara tak konvensional, seperti enzim rekombinan, peptida, dan protein terapeutik seperti antibodi monoklon, serta penjuruteraan tisu dan pengkulturan stem cells. Pelajar akan diberi kefahaman tentang penggunaan teknologi berkaitan seperti pengekspresan gen dan site-directed mutagenesis dalam pembaikan sel sumber/bank yang merupakan teras penghasilan produk industri bioteknologi moden. Seterusnya pelajar akan diberikan pendedahan tentang impak perkembangan bidang biologi sistem di abad ke 21 yang merupakan kesan daripada kejayaan projek genom manusia dan hubungannya dengan bidang Kejuruteraan Biokimia dan industri bioproses. Sehubungan dengan ini, pelajar juga akan diberi pengetahuan tentang aspek-aspek penguatkuasaan keselamatan bio (biosafety) serta isu-isu bioetika dan hakmilik biointelek.

This course will elaborate on the development of advanced biotechnology discipline in relation to the bioprocesses and biotechnology industries. Understanding will be given on the development of modern biotechnological products from biological cells, which are generated through the application of DNA recombinant technologies. The concept of production of active biomolecules through non-conventional fermentation and cell cultivation, such as recombinant enzymes, peptides and therapeutic proteins like monoclonal antibodies, as well as tissue engineering and stem cells cultivation. Students will be given understanding on relevant technologies such as gene expression and site-directed mutagenesis, in its applications for improvement of the cell source/banking, which is the core importance for production in modern biotechnology industries. Students will be exposed on the impact of development of system biology within the 21st century which is the results of success in the Human Genome Project, as well as its relevant to Biochemical Engineering discipline and bioprocessing industries. Therefore, students will be taught on biosafety aspects of regulations, bioethical issue and biointellect properties.

Pra-Keperluan (jika ada):

KKKR2323 Biologi Sel Untuk Jurutera
Cell Biology for Engineers

Pre-Requisite (if any) :

KKKR3583 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekul
Biochemistry and Biomolecular Engineering

Bacaan Asas:**References:**

- Flickinger, M.C. 2010. *Encyclopedia of Industrial Biotechnology*. Wiley
 Smith, J.E. 2009 *Biotechnology. 5th Edition*. Cambridge University Press.
 Lee, Y.K. 2006. *Microbial Biotechnology : Principles and Applications*. Singapore: World Scientific Publishing.
 Finegold, D., Bensimon, C., Daar, A., Eaton, M., Godard, B., Knoppers, B., Mackie, J. & Singer, P. 2005. *BioIndustry Ethics*. Academic Press
 Parekh, S.R. 2004. *The GMO Handbook: Genetically Modified Animals, Microbes, and Plants in Biotechnology*
 Ratledge, C. & Kristiansen, B. 2006. *Basic Biotechnology*. New York: Cambridge University Press.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami konsep teknologi yang digunakan dalam bioteknologi modern. <i>Understand technology concepts which are applied in modern biotechnology.</i>
2	Mengetahui konsep pemilihan sel-sel biologi sebagai sumber untuk proses tak konvensional. <i>Acknowledge the biological cell selection concept as cell sources for non conventional process.</i>
3	Mengetahui aplikasi pembaikan sumber sel menggunakan teknologi rekombinan DNA. <i>Understand the application of DNA recombinant technology in cell source improvement.</i>
4	Berupaya untuk menjelaskan factor-faktor penting yang merupakan alat dalam manipulasi gen pada DNA <i>Ability to explain important factors which are the basic tools in DNA gene manipulations</i>
5	Berkeupayaan untuk mengenalpasti factor-faktor keselamatan bio berhubung penggunaan teknologi rekombinan. <i>Ability to identify biosafety factors in relation to application of recombinant technology.</i>
6	Berkeupayaan untuk memahami dan menjelaskan bidang bioteknologi moden yang meliputi bidang 'omik' seperti, genomik, proteomik, transcriptomik dan metabolomik. <i>Ability to understand and explain modern biotechnology discipline which comprises 'omic' technology such as genomic, proteomic, transcriptomic and metabolomic.</i>

KKKR5822 Teknologi Biofarmaseutikal

Biopharmaceutical Technology

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar tentang penghasilan bahan farmaseutikal melalui kaedah bioteknologi. Kursus ini membincangkan penggunaan mikroorganisma dan sel-sel biologi lain dalam penghasilan biofarmaseutikal. Pelajar akan didedahkan kepada teknologi fermentasi, pengkulturan sel tumbuhan dan haiwan. Teknologi DNA rekombinan, teknik-teknik dalam penjuruteraan genetik dan imunoteknologi turut dibincangkan. Industri biofarmaseutikal dengan mengambil contoh seperti insulin, somatotropin, interferon dan sebagainya. Perbincangan dari segi etika dan kesan risiko dari penggunaan organisma terubahsuai genetik (GMO) juga dibincangkan.

This course is aimed to introduce students pharmaceutical production through biotechnology. This course focuses on use of microorganisms, and other biological cells (plant and animal cells) in the production of biopharmaceuticals. Students will be exposed on fermentation, plant and animal cells technology. Topic on DNA recombinant technology, genetic engineering techniques and immunotechnology also discussed. Examples on biopharmaceutical industry including production of insulin, somatostrophine, interferon etc. will be given. Topic of ethical and social/perception of risk implications of producing products from genetically modified organisms (GMOs) also included.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-requisite (if any): None

Bacaan Asas:

References:

- Najafpour, G.D. 2007. *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Elsevier, UK
- Ratledge, C. & Kristiansen, B. 2006. *Basic Biotechnology, 3rd Edition*, Cambridge University Press.
- Shuler, M.L. & Kargi, F. 2002. *Bioprocess Engineering : Basic Concepts*. Second Edition, Prentice Hall.
- Stanbury, P. F., Whitaker, A. & Hall, S.J. 1999. *Principles of Fermentation Technology*, Pergamon Press Ltd., Oxford, England.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Pengetahuan tentang aplikasi sel-sel biologi dalam penghasilan biofarmaseutikal. <i>Knowledge on application of cells biology in the production of biopharmaceuticals.</i>
2	Pemahaman tentang teknologi fermentasi, pengkulturan sel tumbuhan dan haiwan. <i>Understanding of fermentation technology, plant and animal cells cultivation.</i>
3	Kebolehan untuk memilih mod operasi fermentasi yang sesuai dengan proses <i>Ability to select the most suitable mode of fermentation.</i>
4	Kebolehan untuk menerangkan teknik-teknik DNA rekombinan dan penjuruteraan genetik <i>Able to explain techniques of DNA recombinant and genetic engineering.</i>
5	Pemahaman tentang kaedah aseptik dan operasi steril dalam penghasilan biofarmaseutikal <i>Understanding aseptic technique and sterile operation in biopharmaceutical production.</i>

KKKR5832 Pembuatan Biokimia ***Biochemical Manufacturing***

Kursus ini bertujuan memperkenalkan pelajar tentang biokatalisis dalam pembuatan biokimia menggunakan mikroorganisma dan enzim untuk kegunaan khusus. Penerangan tentang kinetik pertumbuhan sel dan biokatalisis turut dibincangkan. Tumpuan diberikan kepada bagaimana mikrob dan enzim digunakan untuk membuat komponen-komponen makanan, farmaseutikal, produk-produk pengguna dan biobahan. Bagaimana metabolisme mikrob diubahsuai untuk menghasilkan strain yang berupaya menghasilkan bahan-bahan biokimia tertentu dan novel bioaktif metabolit turut dibincangkan. Perbincangan disegi etika dan kesan risiko dari penggunaan organisma terubahsuai genetik (GMO) juga dibincangkan.

This course is aimed to introduce students biocatalysis in biochemical manufacturing using microorganisms and enzymes for specific applications. Explanation of cell growth kinetics and biocatalysis will be included. This course focuses on how microbes, and enzymes are used to manufacture components of foods, pharmaceuticals, consumer products and biomaterials. How microbial metabolism is altered or engineered to generate strains capable of producing biochemicals and novel bio-active metabolites will also discussed. Topic of ethical and social/perception of risk implications of producing products from genetically modified organisms (GMOs) also included.

Pra-Keperluan (jika ada)/ *Pre-requisite (if any):*

KKKR3583 Biokimia dan Kejuruteraan Biomolekul/
Biochemistry and Biomolecular Engineering

Bacaan Asas:**References:**

- Buchholz, K., Kasche, V. & Borscheuer, U.T. 2012. *Biocatalysis and Enzyme Technology, 2nd Edition*, Wiley Blackwell.
- Tao, J. & Kazlauskas, R. 2011. *Biocatalysis for Green Chemistry and Chemical Process Development*, John Wiley & Sons
- Najafpour, G.D. 2007. *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Elsevier, UK
- Patel, R.N. 2007. *Biocatalysis in the Pharmaceutical and Biotechnology Industries, 2007*. Taylor & Francis, CRC Press.
- Ratledge, C. & Kristiansen, B. 2006. *Basic Biotechnology, 3rd Edition*, Cambridge University Press.
- Flickinger, M.C. & Drew, S.W. (1999) *Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis, and Bioseparation*. John Wiley & Sons.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Pemahaman tentang kinetik pertumbuhan sel dan biokatalisis. <i>Understanding of cell growth kinetics and biocatalysis</i>
2	Kebolehan untuk menerangkan peranan biokatalis dalam pembuatan biokimia industri <i>Able to explain the role of biocatalysts in the industrial biochemical manufacturing</i>
3	Pemahaman tentang proses-proses pembuatan biokimia menggunakan sel mikrob dan juga enzim <i>Understanding of biochemical manufacturing processes using enzymes and microbial cells.</i>
4	Pemahaman tentang bagaimana faktor-faktor luaran dan juga pengubahsuaian tapak jalan metabolisma mikrob dapat meningkatkan penghasilan bio produk <i>Understanding of external factors and modification of metabolic pathway could enhance bioproduct</i>
5	Kebolehan untuk membangunkan suatu proses biokimia yang lebih efisien <i>Development of more efficient biochemical process.</i>

KKKR5842 Kejuruteraan Bioreaktor
Bioreactor Engineering

Kursus ini adalah bertujuan untuk membantu jurutera bagi pembangunan, reka bentuk dan pengoperasian yang terlibat dalam industry fermentasi. Ia memberi pemahaman tentang pembangunan proses fermentasi industri serta memberi tumpuan terhadap proses-proses yang terlibat secara terperinci. Pelajar akan mempelajari konsep asas dalam pembangunan proses fermentasi

industri, formulasi media, pembangunan inokulum dan rekabentuk pensterilan dan operasi aseptik. Kursus ini juga memberi penekanan terhadap aplikasi konsep pemindahan jisim iaitu pemindahan oksigen pengadukan dan pengudaraan, penentuan pekali pemindahan jisim secara teori dan ujikaji, kLa dan juga penskalaan naik dan penskalaan turun proses fermentasi.

The course is aimed to help engineer to develop, design and to operate fermentation process in industry. It underlines the important process development of industrial fermentation and focuses the principles of some important processes in detail. The students will learn basic concept of overall development in industrial fermentation process such as media formulation, inoculum development, design of sterilization and aseptic operations. This course also emphasizes some applications of mass transfer concept such as oxygen transfer in aeration and agitation, determination of theoretical and experimental oxygen mass transfer coefficient and scale-up of the fermentation process.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada

Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References:

Shuler, M.L. & Kargi, F. 2012. *Bioprocess Engineering: Basic Concept. 3rd Edition*, Prentice Hall.

Rao, D.G. 2010. *Introduction to Biochemical Engineering*. Tata McGraw Hill, New Delhi.

Stanbury, P. F., Whitaker, A. & Hall, S.J. 1999. *Principles of Fermentation Technology*, Pergamon Press Ltd., Oxford, England.

Bailey, J.E & Ollis, D.F. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*. Mc Graw Hill International Edition.

Asenjo, J. & Merchuk, J. C. 1995. *Bioreactor system Design*. Marcel Dekker, Inc NY.

Lydersen, B. K, D'elia N.A. & Nelson, K. L. 1994. *Bioprocess Engineering: Systems, Equipment and Facilities*, Wiley-Interscience Inc, NY.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kefahaman tentang keperluan asas dalam pembangunan suatu proses fermentasi industri <i>Understanding basic facilities in the process development of industrial fermentation.</i>
2	Kebolehan merekabentuk bentuk pensterilan panas secara sesekumpul dan selanjar; juga pensterilan menggunakan kaedah penuras. <i>Ability to design batch and continous heat sterilization in fermentation process and to design the sterilization using filtration methods.</i>
3	Kefahaman tentang reologi medium dan ciri kultur serta kaitannya dengan pemindahan oksigen semasa pengudaraan dan pengadukan dalam proses fermentasi <i>Understanding the medium reology, the characteristic of culture and its effects on oxygen transfer during aeration and agitation during fermentation process.</i>
4	Kebolehan menentukan pekali pemindahan oksigen, kLa , kuasa mekanik dan kuasa gas, tahanan gas dan ciri pemilihan pengaduk dan sesekat <i>Ability to determine oxygen mass transfer coefficient, kLa, mechanical power, gassed power, gas hold-up and selection criteria of impeller and baffles.</i>
5	Kebolehan melakukan penentuan pensaihan bekas fermenter untuk penskalaan naik dan penskalaan turun berasaskan kriteria skala naik yang sesuai. <i>Ability to perform sizing calculation of the fermenter for scale-up and scale down purpose based on appropriate scale-up criteria.</i>

KKKR5852 **Kepintaran Buatan Dalam Kejuruteraan Kimia** ***Artificial Intelligence in Chemical Engineering***

Objektif kursus ini ialah memberi pengenalan kepada konsep dan teknik-teknik penggunaan kepintaran buatan (AI) dalam bidang Kejuruteraan Kimia. Kursus ini dimulakan dengan pemahaman terhadap konsep AI dan sejarah ringkas bagaimana ianya bermula. Seterusnya, perbincangan diteruskan dengan jenis-jenis kepintaran buatan seperti logik kabur, rangkaian neural, sistem pakar, algoritma genetik dan lain-lain, dengan kaedah pengoperasian setiap jenis kepintaran buatan tersebut. Perbincangan akan diteruskan dengan aplikasi AI dalam perkembangan proses dan pemantauan rekabentuk, diagnosis kegagalan, perancangan dan penjadualan operasi-operasi proses, pencaman corak, proses kawalan dan penentuan keputusan. Pada bahagian terakhir kursus ini, penumpuan akan diberikan kepada aplikasi logik kabur dan rangkaian neural dalam kejuruteraan kimia. Pemahaman konsep dan teori AI akan dipermudahkan dengan bantuan perisian-perisian komputer seperti, Neuralware® Fuldek® dan Matlab®.

The objective of this course is to provide an introduction to the concepts and techniques in the use of artificial intelligence (AI) in Chemical

Engineering . The course begins with an understanding of the concept of AI and a brief history of how it began. Next, the discussion continued with the types of artificial intelligence such as fuzzy logic, neural networks, expert systems , genetic algorithms and others , with the method of operation of any type of artificial intelligence is . The discussion will be continued with AI applications in the development and monitoring of the design process, failure diagnosis , planning and scheduling operations process, pattern recognition , control and decision-making process . In the last part of the course, emphasis will be given to the application of fuzzy logic and neural networks in chemical engineering . Understanding of concepts and theories AI would be facilitated with the help of computer software such as Neuralware® Fuldek® and Matlab® .

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada

Pre-requisite (if any) : None

Bacaan Asas:

References

- Negnevitsky, M. 2005. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligence Systems*. Ed. ke 2. England: Pearson Education, Inc.
- Ross, T. J. 2004. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Ed. ke 2. England: John Wiley.
- Russel, S. & Norvig, P. 2003. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Ed. ke 2. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Haykin, S. 1999. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Ed. ke 2. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Schalkoff, R. J. 1997. *Artificial Neural Networks*. Singapore: McGraw Hill

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami konsep dan teori kepintaran buatan secara umum <i>Understanding the concepts and theories of artificial intelligence in general.</i>
2	Mengetahui jenis-jenis kepintaran buatan <i>Knowing the types of artificial intelligence.</i>
3	Mengetahui aplikasi kepintaran buatan secara umum dan khusus dalam kejuruteraan kimia <i>Knowing the application of artificial intelligence in general and specifically in chemical engineering.</i>

4	Berkeupayaan untuk menjelaskan pengoperasian setiap jenis kepintaran buatan terutamanya rangkaian neural dan logik kabur. <i>Ability to explain the operation of any particular type of artificial intelligence and fuzzy logic , neural networks.</i>
5	Berkeupayaan untuk mengaplikasikan konsep logik kabur dengan bantuan perisian komputer dalam kawalan proses seperti Matlab® atau Fuldek®. <i>Ability to apply concepts of fuzzy logic with the help of computer software in process control such as Matlab® or Fuldek®</i>
6	Berkeupayaan untuk mengaplikasikan konsep rangkaian neural dalam pengenalanpastian corak dengan bantuan perisian computer seperti Matlab® atau Neuralware®. <i>Ability to apply concepts of neural networks in pattern recognition with the aid of computer software such as Matlab® or Neuralware®</i>

KKKR5862 Kejuruteraan Sistem Proses ***Process System Engineering***

Kursus ini mendedahkan pelajar kepada pemilihan teknik dan penyelesaian di dalam Kejuruteraan Sistem Proses. Ia bermula dengan analisis Jepitan untuk integrasi penukar haba untuk pelbagai unit utiliti, pemisahan proses alitan, retrofit, integrasi dengan unit lain serta peminimuman air sisa. Seterusnya, kursus ini membincangkan simulasi dinamik dan penggunaan peranti yang bersesuaian untuk penyelesaian. Selain daripada itu, kursus ini juga memberikan kaedah penambahbaikan data dan penentuan ralat serta penggunaannya. Akhir sekali pelajar akan didedahkan kepada pengoptimuman proses untuk beberapa aplikasi seperti rangkaian penukar haba, loji kima serta kaedah penyelesaian terpilih.

This module provides students with a working knowledge of selected techniques and solution in process systems engineering and their application in chemical process design. It starts with a pinch analysis for heat exchanger networks to cover multiple utilities, stream splitting, retrofitting, integration with other units and its application to wastewater minimization. Then, it focuses on dynamic simulation of process flow sheets, including use of software. Another topic is data reconciliation and gross error detection and their applications. The final topic on process optimization covers several applications; including heat exchanger networks, flow sheet optimization and data reconciliation, as well as selected methods for solving multi variable problems.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):

KKKR3723 Reka Bentuk Utiliti dan Bekas Tekanan/
Utility and Pressure Vessel Design

KKKR4793 Reka Bentuk Loji Proses/*Process Plant Design*

Bacaan Asas:**References:**

- Ian, K. 2007. *Pinch Analysis And Process Integration: A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy*, Butterworth-Heinemann
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*, John Wiley: England
- Edgar, T. F. & Himmelblau, D. M. 2001. *Optimization of Chemical Processes*. Ed. ke New York: McGraw Hill.
- Bequette, B. W, 1998. *Process Dynamics Modeling, Analysis and Simulation*, Prentice Hall, Singapore
- Floudas, C.A. 1995. *Nonlinear and Mixed-integer Optimization: Fundamental and applications*, New York: Oxford University Press.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk memahami konsep asas kejuruteraan sistem proses <i>Ability to understand the basic theory of Process System Engineering.</i>
2	Kebolehan untuk menyelesaikan masalah teknologi Jepitan untuk pemidahan Haba dan Jisim <i>Ability To solve the Pinch problem for Heat and Mass optimization</i>
3	Kebolehan untuk merekabentuk dan meyelesaian masalah rekabentuk sebagai simulasi dinamik. <i>Ability to design and solve design problem as dynamic simulation.</i>
4	Kebolehan untuk mengoptimumkan rekabentuk <i>Ability to optimize a design.</i>

KKKR5872 Kawalan Proses Lanjutan
Advanced Control Process

Kursus ini bertujuan memberi pelajar pengetahuan tentang kawalan proses lanjutan. Kursus adalah sambungan dari kursus Dinamik Proses dan Kawalan yang membincangkan subjek berkenaan dengan lebih mendalam. Antara topic-topik yang diajar ialah dinamik model proses dan persamaan

ruang keadaan, kawalan berbilang pembolehubah, dan kawalan ramalan berdasarkan model (MPC). Penggunaan proses simulator seperti MATLAB untuk simulasi proses model dan pengawalan proses.

The objective of the course is to give students the knowledge of the advanced process control. The course is the continuation from subject of Dynamics Process and Control which discusses the subject of process control more in depth. Among the topics thought in the course are dynamics model, state space equation, multi-variables control, constraint handling and optimisation, supervisory control and model based predictive control (MPC). Process simulator such as Matlab will be used to simulate process model and control chemical processes.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any):

KKKR3713 Dinamik dan Kawalan Proses/
Dynamic and Control Process

Bacaan Asas:

References:

- Smith, C. A. & Corripio, A. B. 2006. *Principles & Practice of Automatic Process*, 3rd ed. Toronto; John Wiley & Sons Inc.
- Seborg, D. E., Edgar T. F. & Mellichamp D. A., 2004. *Process Dynamics and Control*, 2nd ed, USA, John Wiley & Sons Inc.
- Luyben, W. L. 1990. *Process Modelling, Simulation, and Control for Chemical Engineers*. New York, Mc Graw Hill.
- Stephanopoulos, G. 1984. *Chemical Process Control ; Introduction to Theory and Practice*, Englewood Cliff, Prentice Hall.
- Findeisen, W., Bailey, F. N., Brdys, M., Malinowski, K., Tatjewski, P. & Wozniak, A., 1980. *Control and Coordination in Hierarchical Systems*. Chichester – New York – Brisbane and Toronto, John Wiley and Sons.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kebolehan membangun model proses seperti yang diperlukan untuk reka bentuk pengawal bagi proses berbilang pemboleh ubah. <i>Ability to develop process model for designing the controller for multivariable processes</i>

2	Kebolehan untuk pelinearan proses model tak linear <i>Ability to linearise non-linear model processes.</i>
3	Kebolehan mereka bentuk pengawal bagi proses berbilang pemboleh ubah <i>Ability to design controllers for multi-variables processes.</i>
4	Kebolehan Ngahgandingan dan penghapusan pasangan buruk <i>Ability to decoupling and eliminate bad pairing</i>
5	Kebolehan mengawal proses mengguna kawalan ramalan berdasarkan model (MPC) <i>Ability to control process using model based predictive control (MPC).</i>
6	Kebolehan menggunakan Matlab untuk simulasi proses model dan mengawal proses berbilang pembolehubah <i>Ability to use process simulator such as Matlab to simulate process models and control multi-variables processes</i>

KKKR5882 Kelestarian Proses Process Sustainability

Kursus ini memperkenalkan konsep kelestarian dan pembangunan proses lestari. Impak strategi pembangunan proses industri terhadap aspek sosial, alam sekitar dan ekonomi akan dikenalpasti dan langkah-langkah tebatan terhadap impak negatif proses industri akan dibincangkan. Kursus ini juga akan menganalisis isu penting terkini dan topik - topik perbincangan berkaitan pembangunan lestari

This course introduce the concepts of sustainability and sustainable development. The social, environmental and economic impact of development strategies will be identified and the mitigation of negative impacts discussed. It also examines some important current issues and areas of debate in relation to sustainable development.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas: References:

- Anastas, P.T & Horvath, I.T. 2015. *Green Chemistry for a Sustainable Future*
Letcher, T., Scott, J. & Patterson, D. 2014. *Chemical Process for a Sustainable Future*, Royal society of Chemistry, Oxfordshire
Brennan, D. 2012. *Sustainable Process Engineering: Concepts, Strategies, Evaluation and Implementation*, Pan Stanford Publishing,
Gibson, R.B., Hassan, S., Holtz, S., Tansey, J. & Whitelaw, G. 2005. *Sustainability Assessment: Criteria & Proses*, Earthscan, New York

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Memahami konsep, prinsip dan metodologi pembangunan lestari <i>Understand the concepts, principles and methodologies of process sustainability</i>
2	Memberikan penekanan terhadap pertimbangan kepada aspek alam sekitar, sosial dan ekonomi dalam membuat keputusan <i>Emphasize the requirements for consideration to environmental, social and economic factors in decision making.</i>
3	Mengimbangi pelbagai objektif pada skala berbeza dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip kelestarian <i>Balancing multiple objectives occurring at different scales by applying sustainability principles.</i>

KKKR5892 Sains dan Kejuruteraan Membran

Membrane Science and Engineering

Kursus ini bertujuan untuk memberikan pelajar pengetahuan yang meluas tentang asas sains dan kejuruteraan membran serta aplikasi membran untuk kejuruteraan kimia, sekitaran dan biologi. Pelajar seharusnya boleh memformulasi dan menyelesaikan masalah kejuruteraan berkaitan rekabentuk membran dan modul membran untuk pelbagai proses membran.

The aim of this course is to provide students with a broad spectrum of knowledge in fundamentals of membrane science and engineering, as well as in membrane applications for chemical, environmental and biological engineering. The students should be able to formulate and solve engineering problems involving design of membranes and membrane modules for various membrane processes.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada

Pre-Requisite (if any) : *None*

Bacaan Asas:

References:

- Li, K. 2007. *Ceramic Membranes for Reaction and Separation*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Baker, R.W. 2004. *Membrane Technology and Applications*. Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2nd Edition.

Matsuura, T. 1994. *Synthetic Membrane Separation Processes*, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

Kesting, R. E. & Fritzsche, A. K. 1993. *Polymeric Gas Separation Membranes*, John Wiley & Sons, New York.

Hasil Pembelajaran

Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Pemahaman tentang pelbagai proses pemisahan membran <i>Understand various membrane separation processes.</i>
2	Pemahaman tentang bagaimana membran dihasilkan di industri <i>Understand how the industrial membranes are prepared.</i>
3	Berkebolehan untuk merkabentuk modul membrane dan sistemnya <i>Ability to design membrane modules and its systems.</i>
4	Berkebolehan mengaplikasi proses penghasilan membran dan penciriannya <i>Ability to apply membrane synthesis and its characterization.</i>

KKKR5912 Proses dan Pengendalian Zarah

Particle Handling and Processing

Tujuan kursus ini adalah untuk menyediakan pelajar dengan kefahaman yang luas di dalam teknologi pengendalian dan pemprosesan zarah dengan penekanan kepada konsep dan masalah praktikal. Ia akan membincangkan tentang reka bentuk sistem penyampai pneumatik dan bekas penyimpanan zarah. Topik-topik lain yang dibincangkan termasuk proses pencampuran pepejal, pengurangan saiz, risiko dalam pengendalian dan pemprosesan serbuk dan pepejal pengeringan.

The aims of this course are to provide students with a broad understanding of particle handling and processing technology with an emphasis on concepts and practical problems. It discusses the design of pneumatic conveying system and particle storage. Other topics discussed include solid mixing, size reduction, risk in powder handling and processing and solids drying.

Pra-Keperluan (jika ada) Pre-requisite (if any):

KKKR2363 Mekanik Bendalir/ *Fluid Mechanics*

KKKR2473 Kejuruteraan Tindak Balas Kimia/
Chemical Reaction Engineering I

KKKR3543 Proses Pemisahan I/ *Separation Process I*

Bahan Asas:**References:**

- Tasirin, S.M. & Kamaruddin, S.K. 2008. *Teknologi Zarah*, Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Rumpf, H. (translated by Bull, F. A.). 1990. *Particle Technology*. Chapman and Hall.
- Rhodes, M. J. 1998. *Introduction to Particle Technology*. John Wiley and Son.
- Kunii, D. & Levenspiel, O. 1991. *Fluidization Engineering*. Butterworth-Heinemann.
- Daud, W.R.W. 1992. *Penyampai Pneumatik*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Wohlbier, H. R. (ed.) . 1994. *Conveying and Processing*. Trans. Tech. Publications.

Hasil Pembelajaran Kursus**Course Learning Outcomes**

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kefahaman tentang konsep asas termodinamik seperti suhu, tekanan, sistem, sifat, keadaan, proses, kitaran dan keseimbangan. <i>Ability to understand the basic concepts of thermodynamics such as temperature, pressure, system, properties, process, state, cycles and equilibrium.</i>
2	Berkebolehan untuk menjalankan ujikaji berkaitan dengan pengukuran dan penentukuran suhu dan tekanan dalam kumpulan <i>Ability to conduct experiments regarding the measurement and calibration of temperatures and pressures in groups.</i>
3	Keupayaan untuk membezakan sifat zat yang diperlukan berdasarkan rajah sifat dan mendapatkan data dari jadual sifat. <i>Ability to identify the properties of substances on property diagrams and obtain the data from property tables.</i>
4	Kefahaman tentang pemindahan tenaga melalui haba, kerja dan jisim bagi kedua-dua sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Ability to define energy transfer through mass, heat and work for closed and control volume systems.</i>
5	Keupayaan menggunakan Hukum Pertama Termodinamik dan Prinsip Keabadian Jisim yang diaplikasikan kepada sistem tertutup dan isipadu terkawal. <i>Ability to apply the first Law of Thermodynamics on closed and control volume systems.</i>
6	Keupayaan untuk menggunakan Hukum Kedua Termodinamik dan entropi dalam menganalisa kecekapan terma enjin haba seperti Carnot, Rankine dan refrigerator melalui kitaran. <i>Ability to apply Second Law of Thermodynamics and entropy concepts in analyzing the thermal efficiencies of heat engines such as Carnot and Rankine cycles and the coefficients of performance for refrigerators.</i>

KKKR5922 Proses Petrokimia
Petrochemical Processes

Kursus ini mengisi ruang di antara kejuruteraan kimia asas dan dengan kemahiran yang diperlukan oleh seorang jurutera proses peringkat awal di industri petroleum. Kursus akan melihat secara menyeluruh proses penapisan minyak, stok suapan dan hasil, dan operasi utama yang lain. Topik khusus yang dibincangkan termasuk penyulingan atmosfera dan vakum, pencirian pecahan petroleum kompleks, dan operasi penapisan utama seperti pembentukan semula bermangkin, pemecahan bermangkin, perawatan hidro, dan pemecahan haba.

This course covers the basic of chemical engineering and skills required by a process engineer in the early stages of the petroleum industry. The course will look at the overall process of refining oil, feedstock and yield, and other major topics. Specific topics will also be discussed include atmospheric and vacuum distillation, characterization of complex petroleum fractions, and major refining operations such as catalytic reforming, catalytic fractioning, hydro treatment, and thermal breakdown.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR1213 Kimia Organik untuk Jurutera/
Organic Chemistry for Engineers

Bacaan Asas:

References:

- Meyer, R. 2005. *Handbook of Petroleum Refining Processes*. Ed. Ke-3, McGraw-Hill Professional.
- Speight, J.G. 1998. *Petroleum Chemistry and Refining*. Taylor and Francis. Gary, J. & Handwerk, G. 1992. *Petroleum Refining*. Ed. Ke-3. Wiley.
- Pedersen, K.S., Fredenslund, A. & Thomassen, P. 1989. *Engineering Properties of Oils and Natural Gases*. Gulf Publishing.
- Leffler, W.C. 1985. *Petroleum Refining for the Non-Technical Person*. Ed. ke 2. Penn Well Books.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kefahaman mengenai tugas jurutera kimia di industri petrokimia <i>Understanding of the responsibilities of chemical engineers in the petrochemical industry</i>
2	Kefahaman mengenai pemprosesan dalam industri petrokimia <i>Understanding of the processes in the petrochemical industry.</i>
3	Kefahaman mengenai proses dan peralatan dalam penghasilan bahan-bahan petrokimia <i>Understanding of the processes and equipment in the production of petrochemical materials.</i>
4	Kefahaman mengenai pasaran bahan petrokimia dalam scenario global <i>Understanding of the petrochemicals market in the global scenario</i>

KKKR5932 Kejuruteraan Makanan

Food Engineering

Matlamat kursus ini ialah memperkenalkan aplikasi prinsip asas kejuruteraan kimia dalam kejuruteraan makanan. Kursus ini membincangkan sifat makanan yang relevan kepada pemprosesan makanan, penurunan saiz makanan cecair dan pepejal, pemindahan dan storan makanan pepejal dan cecair, pencampuran makanan cecair dan pepejal, pemanasan dan penyejukan makanan, pembekuan makanan, penstrilan makanan, pemekatan makanan cecair dan pengeringan makanan pepejal. Kursus ini juga membincangkan aplikasi Amalan Pengilangan Baik (GMP) dan Takat Kawal Kritis Analisis Bahaya (HACCP) dalam reka bentuk dan pengendalian kilang makanan.

The aim of the course is to introduce the application of basic principles of chemical engineering in food engineering. The course discusses properties of food relevant to food processing, size reduction of liquid and solid food, transport and storage of solid and liquid food, mixing of solid and liquid food, heating and cooling of food, food freezing, food sterilization, concentration and dehydration of liquid food and drying of solid food. The course also discusses the application of Good Manufacturing Practice (GMP) and Hazards Analysis and Control of Critical Points (HACCP) in food factory design and operation.

Pra-Keperluan (jika ada): Tiada
Pre-Requisite (if any) : None

Bacaan Asas:
References:

- Ibarz, A. & Barbosa-Canovas, G.V. 2014. *Introduction to Food Process Engineering*. Boca Raton: CRC Press.
- Baker, C.G.J. (Ed.) 2013. *Handbook of Food Factory Design*. New York: Springer Science+Business Media
- Singh, R.P. & Heldman, D.R. 2009. *Introduction to Food Engineering*. Fourth Edition, Amsterdam: Academic Press.
- Toledo, R. T. 2007. *Fundamentals of Food Process Engineering*. Third Edition, New York: Springer Science+Business Media.
- Ibarz, A. & Barbosa-Canovas, G.V. 2003. *Unit Operations in Food Engineering*. Boca Raton: CRC Press

Hasil Pembelajaran Kursus
Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Memahami bagaimana prinsip asas kejuruteraan kimia diaplikasi dalam pemprosesan makanan secara industri <i>Understanding of how fundamentals of chemical engineering principles are applied in food processing industry.</i>
2	Memahami kepentingan sifat makanan dalam pemprosesan makanan <i>Understanding the importance of food properties in food processing.</i>
3	Kebolehan mengaplikasi prinsip asas kejuruteraan kimia dalam pemprosesan makanan <i>Ability to apply fundamentals of chemical engineering principles in food processing.</i>
4	Kebolehan mereka-bentuk alat pemprosesan makanan utama dan kilang pemprosesan makanan <i>Ability to design the main food processing equipment and the food processing factory</i>

KKKR5942 Kejuruteraan Plastik
Plastic Engineering

Subjek ini memperkenalkan para pelajar kepada penghasilan sesuatu barangan plastik bermula dari proses percampuran dan penyebatian, sehingga kepada penghasilan produk akhir barangan plastik yang kebiasaannya terdapat dalam bidang automotif, keperluan rumah dan sebagainya. Ia memfokuskan kepada pemahaman terhadap sifat-sifat polimer dan pengelasannya, kesesuaian sesuatu resin polimer untuk aplikasi barangan tertentu, bahan likat polimer, penghantaran serbuk

dan until, penyimpanan dan pembungkusan, jaminan mutu di dalam proses penyebatian, proses penghasilan barangan plastik (penyemperit, pengacuan suntikan, pengacuan tiup, pengacuan mampatan dan lain-lain) dan sifat-sifat barangan plastik (ketahanan mekanikal, haba dan sifat rintangan terhadap air, cuaca dan sebagainya. Permasalahan seperti produk terkeluar dari spesifikasi, penghasilan serbuk halus ketika proses penyebatian juga dibincangkan.

This subject introduces students to plastic production flow starting from compounding process to end-product fabrication, which can be found in automotive and household usage. It focuses on understanding the polymer properties and classification, the suitability of each polymer resin for certain application, polymeric viscous media, powder and pellet handling, pneumatic conveying for powder and pellet conveying, storage and packaging, quality assurance in polymer compounding section, plastic fabrication process (extrusion, injection molding, blow molding, compression molding etc.) and properties of plastics articles (mechanical, thermal, resistance towards water and weather etc.). The common problems (off-spec product, fines generation) during compounding process are also discussed.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR1233 Kejuruteraan & Sains Bahan/
Material Science & Engineering

Bacaan Asas:

References:

- Callister W.D. 2011. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 8th ed. New York: John Wiley
- Progelhof, R.C. & Throne, J.L. 1993. *Polymer Engineering Principles*, Hanser Publication.
- Brandrup, J., Immergut, E. H. & Grulke, E. A., 1989. *Polymer Handbook*, John Wiley.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk memilih resin polimer yang sesuai untuk aplikasi plastik tertentu <i>Ability to select suitable polymer resin for a given plastic application</i>
2	Kebolehan untuk menganalisa sifat serbuk dan bahan likat polimer <i>Ability to analyse properties of powder and viscous polymeric material</i>
3	Kebolehan untuk mengenalpasti masalah yang timbul ketika penghasilan barangan plastik <i>Ability to identify common problems in plastic processing</i>
4	Kebolehan untuk mengenalpasti jaminan mutu yang bersesuaian untuk proses penyebatian <i>Ability to evaluate suitable quality assurance during plastic compounding.</i>
5	Kebolehan untuk memilih dan menilai cara penghasilan yang bersesuaian untuk barangan plastik tertentu <i>Ability to select and evaluate fabrication process of a given plastic end-product</i>
6	Kebolehan menganalisa sifat-sifat bahan plastik <i>Ability to analyse properties of plastic product</i>

KKKR5952 Kaedah Instrumentasi Kimia ***Chemical Instrumentation Methods***

Kursus ini bertujuan untuk memberi pendedahan dan pengetahuan terhadap konsep kaedah instrumentasi kimia dalam melakukan analisis kimia. Ianya akan menekankan kepada teori asas dan prinsip utama instrumentasi kimia serta peluang untuk menggunakan kebanyakan peralatan yang didapati dalam makmal analisis jabatan menerusi kerja makmal yang diberi sepanjang tempoh kursus ini. Konsep umum reka bentuk elektronik seperti pendaraban isyarat, elektronik berdigit dan nisbah isyarat-terhadap-hingar peralatan juga akan dibincangkan. Reka letak instrumentasi umum setiap peralatan yang digunakan akan dibicara secukupnya. Pelajar juga akan diberi pendedahan menggunakan analisis instrumentasi terkini dalam penentuan struktur kimia, melakukan pengukuran kepekatan dan ketulenannya serta menjalani proses jaminan kualiti dalam pengukuran instrumentasi.

This course is intended to provide exposure and knowledge of the concept of chemical instrumentation methods in chemical analysis. It will emphasize the basic theories and main principles of chemical instrumentation and the opportunity to use most of the tools found in the analytical laboratory of the department through the authorized

lab work during the duration of this course. General concepts such as electronic design such as signal multiplication, digital electronics and signal-to-noise equipment will also be discussed. The layout general instrumentation and equipment used will be sufficiently discussed. Students will also be given exposure using the latest instrumentation analysis in determination of chemical structure, doing the measurement of the concentration and purity as well as undergoing quality assurance processes in the instrumental measurement.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR1133 Kimia Fizik Untuk Jurutera/
Physical Chemistry For Engineers

Bacaan Asas:

References:

- Miller, J. M. 2004 *Chromatography: Concepts and Contrasts*, 2nd edition, New York: John Wiley & Sons.
- Hollas, J. M. 2004. *Modern Spectroscopy*. 4th edition. New Jersey: John Wiley.
- Kriz, P. L. 2001. *Introduction to Spectroscopy*, New York: Brooks & Cole.
- Rouessac, R. & Rouesasc, A. 2000. *Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques*, New York: John Wiley & Sons.
- Skoog, H. N. 1998. *Principles of Instrumental Analysis*, New York: Brook & Cole.

Hasil Pembelajaran

Course Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) Course Outcomes (CO)
1	Kebolehan untuk menerangkan prinsip asas prinsip instrumentasi kimia secara teori dan khusus <i>The ability to explain the basic principles of principles of chemical instrumentation in theory and specific</i>
2	Kebolehan untuk memahami operasi asas peralatan analisis utama yang terdapat dalam makmal <i>The ability to understand basic operations main analysis equipment in laboratory</i>
3	Kebolehan untuk menyediakan sampel yang akan digunakan dalam sesuatu peralatan analisis <i>The ability to prepare samples to be used in an analytical equipment</i>
4	Kebolehan untuk mentafsir dan membuat laporan daripada data yang diperolehi daripada peralatan analisis <i>The ability to interpret and report of data from equipment analysis</i>

5	Kebolehan untuk menerangkan prinsip umum komponen instrumentasi utama dalam sebarang peralatan analisis <i>The ability to explain the general principles the main instrumentation components in any analytical equipment</i>
6	Kebolehan untuk menentukan struktur kimia, melakukan pengukuran kepekatan dan ketulenan serta melaksana jaminan kualiti dalam pengukuran kimia <i>The ability to determine the chemical structure, perform a measurement of the concentration and purity as well as perform quality assurance in chemical measurements</i>

KKKR5962 Toksikologi Industri ***Toxicological Industry***

Kursus ini adalah untuk menyediakan pelajar dengan pengenalan kepada toksikologi kimia, kajian epidemiologi dan toksikologi, laluan dedahan bahan toksik, sekaitan dos-respon, penyerapan dan pengagihan. Kaedah metabolisme dan pengeluaran bahan toksik juga akan dibincangkan dan kesan bahan toksik terhadap organ sasaran akan dibicarakan. Tinjauan bahan toksik yang digunakan dalam industri kimia dan kesan mutagenik, teratogenik dan karsinogenik bahan toksik juga akan dibincang. Kesan ketoksikan bahan kimia utama yang terdapat dalam kebanyakan industri kimia juga akan dibicara yang berkaitan dengan pekerja, pengguna serta ekosistem.

This course is to provide students with an introduction to chemical toxicology, epidemiology and toxicology studies, a fate of toxic substance exposure, dose - response correlation, absorption and distribution. Methods of metabolism and the production of toxic substances will be discussed. Moreover, topic on the effects of toxicants on target organisms will be also discussed. Review of toxic substances used in the chemical industry and the effects of mutagenic, teratogenic and carcinogenic toxic substances will also be explained. The main toxic effects of chemicals found in the chemical industry related to workers, consumers and the ecosystem will also discussed extensively.

Pra-Keperluan (jika ada)/ Pre-Requisite (if any) :

KKKR4793 Kawalan Pencemaran dan Pengeluaran Bersih
Pollution Control and Cleaner Production

Bacaan Asas:

References:

Harbison, R. D., Bourgeois, M. M. & Johnson, G. T. 2015. Hamilton & Hardy's
Industrial Toxicology. 6th edition, New York: John Wiley & Sons.

- Rouessac, R. & Rouesasc, A. 2000. *Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques*, New York: John Wiley & Sons.
- Kent, C. 1998. *Basics of Toxicology*, New York: John Wiley & Sons.
- Clayton, G. D. & Clayton, F. E. 1991. *Patty Industrial Hygiene and Toxicology*. 4th edition, New York: John Wiley & Sons.
- Plunkett, E. R. 1987. *Handbook of Industrial Toxicology*. 3rd edition, New York: Chemical Publishing Company.

Hasil Pembelajaran Kursus *Course Learning Outcomes*

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk mencari sumber maklumat kimia dan mengetahui peranan sebagai seorang ahli toksikologi <i>Ability to find sources of chemical information and understanding the role as a toxicologist</i>
2	Kebolehan untuk membezakan kajian epidemiologi dan toksikologi serta laluan pendedahan kimia pada manusia <i>Ability to distinguish epidemiological and toxicological studies and fates of chemical exposure in humans.</i>
3	Kebolehan untuk memahami sekaitan dos-tindakbalas serta mekanisme asas penyerapan, pengagihan, metabolisme dan pengeluaran bahan toksik dalam sistem tubuh manusia. <i>Ability to understand the dose - response correlation and basic mechanisms of absorption, distribution, metabolism and the production of toxic substances in the human body system.</i>
4	Kebolehan untuk mengenalpasti kesan organ tumpuan ke atas kimia bahan toksik dalam sistem manusia <i>Ability to identify the impact of main organs on toxic chemicals in the human system.</i>
5	Kebolehan untuk memahami bahan toksik yang terdapat di dalam dan di luar, kesan mutegenik, teratogenik dan karsinogenik bahan kimia yang digunakan <i>Ability to understand the toxic substances found in and outside industrial area, mutegenik effects, teratogenic and carcinogenic chemicals used.</i>
6	Kebolehan untuk memahami ketoksikan kebanyakan bahan kimia yang biasa diguankan dalam industri yang berkaitan dengan kesan kepada pekerja, pengguna dan ekosistem <i>Ability to understand the toxicity of most common chemical used in industries related to the impact on workers, consumers and the ecosystem.</i>

KKKR5972 Topik Khusus Untuk Kejuruteraan Kimia *Special Topics in Chemical Engineering*

Kursus ini membincangkan topik-topik terkini dalam bidang kejuruteraan kimia. Topik yang ditawarkan pada semetester tersebut akan dihebahkan dengan lebih awal oleh Jabatan. Sebagai garis panduan, antara topik yang akan ditawarkan adalah seperti Kejuruteraan Biomolekul dan Bioproses (Penghasilan biogas dan Biohidrogen), Teknologi Proses (Kejuruteraan

Polimer, Teknologi Kejuruteraan Petrokimia, Teknologi Fuel Sel dan Tenaga), Kejuruteraan Persekitaraan (Biofilem, Alga dan Fitoremediasi, Pengurusan Sisa Pepejal) dan Tindak Balas Kejuruteraan Kimia. Topik yang ditawarkan adalah topik yang tidak diajar dalam kursus lain prasiswazah. Topik yang ditawarkan dalam kursus ini adalah bergantung kepada pensyarah terlibat.

This course will cover a current special topic in chemical engineering field. The title of the topic to be covered at that offering semester will be preannounced by the Department. As a guideline, topics could include one of the following: Bioprocess and Biomolecule Engineering (Production of Biogas and Biohydrogen), Process Technology (Polymer Engineering, Petrochemical Engineering Technologies, Fuel Cell and Energy Technologies), Environmental Engineering (Biofilms, Algae, Phytoremediation, Solid Waste Management) and Chemical Reaction Engineering. Only topics not covered in other graduate courses will be included. The coverage of topic will vary depending on the lecturer.

Pra-Keperluan (jika ada): Bergantung kepada kursus berkaitan
Pre-Requisite (if any) : *Depends on the related courses*

Bacaan Asas:

References:

- Metcalf & Eddy, 2013. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5th Edition, New York: McGraw Hill Education.
- Seider, W., Seader, J. D., Lewin, D. R. & Widagdo, S. 2008. *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design*. 3rd Edition, New York: John Wiley.
- McCutcheon, S.C. & Schnoor, J.L. 2003. *Phytoremediation: Transformation and Control of Contaminants*. 1st Edition, New York: Wiley-Interscience.
- Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B. & Shaeiwitz, J. A. 1998. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.

Hasil Pembelajaran Kursus

Course Learning Outcomes

Bil No.	Hasil Pembelajaran Kursus (HPK) <i>Course Outcomes (CO)</i>
1	Kebolehan untuk menghubungkan kait teori kejuruteraan kimia dan biokimia dengan aplikasi industri <i>Ability to relate chemical and biochemical engineering theories with the industrial applications.</i>
2	Kebolehan untuk mereka bentuk proses kejuruteraan kimia, biokimia dan yang berkaitan menggunakan perisian penyelaku proses yang piawai seperti HYSYS®, iCON® dan SuperPro® <i>Ability to design chemical, biochemical and related engineering plants using standard process simulator such as HYSYS®, iCON® and SuperPro®.</i>
3	Kebolehan untuk mengenalpasti, merumus, menyelidik kajian kepustakaan dan menganalisa masalah kompleks yang terdapat dalam proses kejuruteraan kimia dan biokimia <i>Ability to identify, formulate, research literature and analyze complex chemical and biochemical engineering problems.</i>
4	Kebolehan untuk memahami asas kejuruteraan kimia, mereka bentuk dan menyepadu unit operasi proses <i>Ability to understand chemical engineering fundamental, design and integration of unit process operations integration and design.</i>
5	Kefahaman tentang imbalan jisim yang terlibat dalam proses kejuruteraan biokimia dan kimia <i>Understanding of the mass balance in chemical and biochemical engineering process.</i>